

29. IV. 1958

UNIVERSITY OF HAWAII  
LIBRARY

JUN 12 '58

# HYDROBIOLOGIA

ACTA HYDROBIOLOGICA HYDROGRAPHYCA ET  
PROTISTOLOGICA

## EDITORES:

Gunnar Alm  
Drottningholm

U. d'Ancona  
Padova

Kaj Berg  
København

E. Fauré-Fremiet  
Paris

Fr. Gessner  
München

H. Järnefelt  
Helsinki

G. Marlier  
Congo-belge

C. H. Mortimer  
Millport

P. van Oye  
Gent

W. H. Pearsall  
London

K. Ström  
Oslo

M. Uéno  
Kyoto

N. Wibaut-Isebree Moens  
Amsterdam

W. R. Taylor  
Ann Arbor

Secretary: Prof. Dr. P. van Oye  
St. Lievenslaan 30 Gent Belgium

## VOLUMEN X



UITGEVERIJ Dr W. JUNK — DEN HAAG — 1958



HYDROBIOLOGIA publishes original articles in the field of Hydrobiology, Hydrography and Protistology. It will include investigations in the field of marine and freshwater Zoo- and Phytobiology, embracing also research on the Systematics and Taxonomy of the groups covered. Preliminary notices, polemics, and articles published elsewhere will not be accepted. The journal, however, contains reviews of recent books and papers.

Four numbers of the journal are published every year. Each number averages about 100 pages. Contributions must be clearly and concisely composed. They must be submitted in grammatically correct English, French, German, Italian or Spanish. Long historical introductions are not accepted. Protocols should be limited. Names of animals and plants must be given according to the laws of binominal nomenclature adopted at the recent International Congresses of Zoology and of Botany, including the author's name; it is desirable that the latter should be given in full. Measures and weights should be given in the decimal system. Every paper has to be accompanied by a short summary, and by a second one, written in an alternative language.

Manuscripts should be typewritten in double spacing on one side of the paper. The original should be sent. Original drawings should be submitted. Text figures will be reproduced by line engraving and hence should not include any shading, although figures which cannot be reproduced in this manner will be accepted if necessary. All drawings should be made on separate sheets of white paper, the reduction desired should be clearly indicated on the margin. The approximate position of text-figures should be indicated on the manuscript. A condensed title, should be cited as follows: in the text — AHLSTROM (1934); in the references - AHLSTROM, E. H., 1934. Rotatoria of Florida; *Trans. Amer. Micr. Soc.* 53: 252—266. In the case of a book in the text - HARVEY (1945); in the references - HARVEY, H. W.: Recent Advances in the Chemistry and Biology of Sea Water, Cambridge Univ. Pr., London 1945. Author's names are to be marked for printing in small capitals, latin names of animals and plants should be underlined to be printed in italics.

The various types of printing should be indicated by underlining the words in the following way:

- |                  |   |
|------------------|---|
| <u>—————</u>     | CAPITALS, e.g. for headlines; preferably <i>not</i> in the text.  |
| <u>~~~~~</u>     | or straight blue line: SMALL CAPITALS, e.g. <i>all</i> names of persons, both in the text and in the references.            |
| <u>—————</u>     | <b>heavy type</b> , e.g. for sub-titles; preferably <i>not</i> in the text.   |
| <u>~~~~~</u>     | or straight red line: <i>italics</i> , e.g. <i>all</i> Latin names of plants and animals, except those in lists and tables. |
| <u>- - - - -</u> | spaced type.  |

Manuscripts may be sent to any member of the board of editors or directly to the secretary, Prof. Dr. P. van Oye, 30, St. Lievenslaan, Ghent, Belgium, to whom proofs must be returned after being clearly corrected. Fifty free reprints of the paper with covers will be furnished by the publishers. Orders for additional copies should be noted on the form which is enclosed with the galleyproofs.

*Books and reprints are to be sent to the secretary directly.*

## EDITORIAL

The first volume of *HYDROBIOLOGIA* appeared in 1948 without editorial note, but from the cover and the title those interested could infer that:

- *HYDROBIOLOGIA* would appear every year in a volume of 400 pages,
- *HYDROBIOLOGIA* would be an international review,
- *HYDROBIOLOGIA* would give articles in the four congress languages.

All this was achieved. The tenth volume, which at the same time is a jubilee volume, is dedicated to the memory of EUG. PENARD. We think that the man who is the author of so many works on protists, as Ciliata, Heliozoa and in the first place Rhizopoda — in which matter he was the great pioneer and an international celebrity — certainly is one of those whose memory may be celebrated at the appearing of the 10th volume of an international review like *HYDROBIOLOGIA*.

P. VAN OYE.



Eugène Penard (1855-1954)  
Correspondance et souvenirs.  
Bibliographie et bilan systématique de  
son oeuvre

par

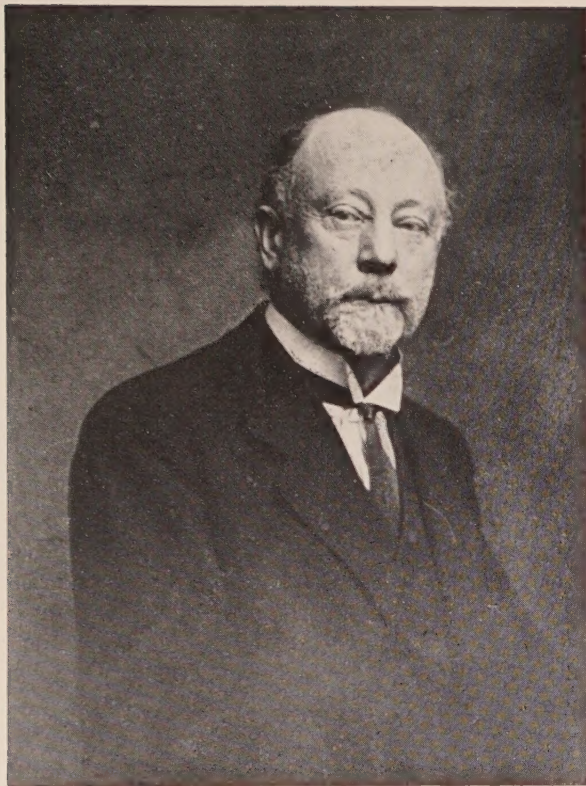
GEORGES DEFLANDRE

Plusieurs notices ont été consacrées à la vie et à l'oeuvre du regretté EUGÈNE PENARD, mais, à ma connaissance, aucune ne comporte une bibliographie exhaustive accompagnée d'un index permettant de retrouver rapidement toutes les formes nouvelles décrites par le savant genevois.

EUGÈNE PENARD n'a jamais été un pur systématicien: j'ai dit et redit combien l'observation biologique au sens le plus large était pour lui primordiale. La vie, les fonctions de relation et de reproduction, le comportement et — il aimait employer le mot — la psychologie des Protozoaires l'intéressaient infiniment plus que leur systématique. Pourtant, il avait, dès le début de ses recherches, compris qu'un véritable naturaliste devait savoir *de qui* il parlait, *sur qui* il expérimentait. Et c'est pourquoi il n'a pas hésité à faire besogne de descripteur afin de toujours situer, aussi exactement que possible, les animaux qu'il étudiait par rapport à leurs congénères déjà connus.

„Que voulez-vous qu'on fasse — m'écrivait-il le 9 avril 1929 — quand on ne sait pas au monde à quelle espèce rapporter un organisme étudié, et qu'on est persuadé que cela ne donnerait lieu qu'à des erreurs si on l'identifiait à une espèce voisine mais nettement différente en même temps? Ce qu'il y a de curieux, c'est que tout en décrivant des espèces comme nouvelles, parce que je ne croyais pas devoir faire autrement, il m'est arrivé nombre de fois (pour les Infusoires encore bien plus que pour les Rhizopodes) de rapporter à des genres connus ce qui, au fond, me semblait constituer des genres nouveaux; et mon raisonnement était le suivant: Pour l'espèce, il n'y a pas moyen d'éviter la chose; pour le genre, cela m'est égal, il se trouvera bien vite





Portrait d'EUGÈNE PENARD en 1922, à l'âge de 67 ans, l'année même où il doit, sur l'ordre du médecin, cesser tout travail au microscope.



Deux portraits inédits d'E. PENARD, pris le 24 Septembre 1951. Le dernier portrait d'E. PENARD (du 23 Septembre 1953, c'est-à-dire environ 3 mois avant sa mort) a été publié dans La Nature (voir ci-dessus).

En haut E. PENARD raconte à G. DEFLANDRE son voyage en Algérie, en 1884 et sa visite à la bibliothèque d'Alger où il rencontra — sans le savoir — E. MAUPAS.

En bas, E. PENARD près de la fenêtre de sa chambre de Kermont (Petit Saconnex), où il termina sa belle et longue existence.



quelque spécialiste trop heureux de changer le terme générique”.

Ne prenait-il pas là une position parfaitement logique, démontrant de plus sa grande modestie?

Pour E. PENARD, toute description entraînait une étude structurale aussi poussée que le lui permettaient les moyens optiques à sa disposition et ses propres possibilités oculaires. On sait que ces dernières étaient exceptionnelles. On sait aussi que, dépourvu d'objectif à immersion, il a vu des structures que nous préférons, aujourd'hui, étudier en contraste de phase et avec des objectifs à ouverture 1,30 . . .

Artiste de talent, E. PENARD a peint et distribué nombre de paysages au lavis et à l'aquarelle, malheureusement dispersés et pour beaucoup perdus aujourd'hui. Ce talent, il l'a mis au service de sa passion de l'étude des Protozoaires donnant au moindre de ses croquis un cachet artistique indéniable.

La première grande série de dessins publiés par lui est celle qui accompagne son mémoire de 1890: Etudes sur les Rhizopodes d'eau douce (N° 8 de la liste bibliographique). Sur onze planches sont rassemblées 957 figures dessinées à la plume et reproduites en phototypie. E. PENARD jugeait sévèrement cette illustration dont il n'a jamais été content. Il est exact que les dessins sont petits et souvent trop serrés les uns contre les autres. Mais qu'on les regarde à la loupe et l'on sera surpris de leur haute qualité! Un simple agrandissement photographique, une disposition plus aérée et tout change!

Ces dessins ont pour origine les croquis au crayon mine de plomb qu'E. PENARD composait et annotait au cours de ses observations au microscope, durant les années 1889—1890, lors de son séjour à Wiesbaden. Ces croquis, uniformément exécutés sur de petits rectangles de papier bulle d'un format de 108 × 69 mm environ avaient été rassemblés par leur auteur dans un gros album in-folio de 200 pages, portant sur la première page, d'abord la devise latine *Nil nisi veritas*, puis, disposés ainsi qu'il suit:

Figures originales  
dessinées à Wiesbaden en 1889—1890  
pour servir à la publication des travaux intitulés:

Etudes sur les Rhizopodes d'eau douce  
Genève 1890, Mémoires de la Société de Physique et  
d'Hist. Natlle.

Die Heliozoen der Umgegend von Wiesbaden  
Berichte des Nassauer Naturvereins 1890

Notes sur quelques Héliozoaires  
Archiv. de la Société de Phys. et d'Hist. Nat.  
de Genève, 1889, 15 Déce.

Ueber einige neue oder wenig bekannte Protozoen  
Berichte des Nassauer Vereins, 1890.

Die in Wiesbaden vorkommenden Rhizopoden  
ibid. 1890

Lorsqu'en 1945, E. PENARD perdit sa compagne et, quittant son logis du 3 de la rue Toepffer, il s'installa dans la maison de repos de Kermont, il n'y emporta, avec quelques livres et romans en diverses langues, qu'une série complète de ses publications et tout le reste — y compris le gros album — fut envoyé au garde-meuble.

A maintes reprises, E. PENARD avait exprimé le désir de me transmettre ce précieux document, mais le retour des forces qui lui auraient permis de descendre en ville et de le faire rechercher ne vint jamais et c'est seulement après sa mort que le livre me parvint, grâce à l'amabilité et à la compréhension de ses héritiers. J'ouvre d'ailleurs ici une parenthèse pour marquer que je me considère non comme propriétaire, mais comme dépositaire temporaire de cet album, qui, je pense, trouvera sa place définitive au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Il m'a paru intéressant de donner ici deux reproductions de ces dessins originaux. L'une montre un agrandissement d'un dessin de la page 91, avant-dernier d'une série de quinze petits feuillets, tous relatifs à *Nebela lageniformis* Penard 1890. Celui choisi représente deux individus accolés par le pseudostome, avec un dessin de détail, le tout ayant été publié en 1890, Planche VI, fig. 58 et 60.

Dans le second, relatif à *Heleopera rosea* Penard 1890, les croquis marqués d'une croix se retrouvent dans le même ouvrage, Planche VII, fig. 59 en 61; les autres sont inédits. Dans trois de ces dessins, comme dans un certain nombre d'autres de l'album, publiés ou inédits, le crayon est rehaussé d'aquarelle afin de renseigner sur la couleur, d'ailleurs mentionnée (rose de vin) sur le croquis du 4 Juillet.

Aucun autre document original relatif aux autres travaux d'E. PENARD n'existe plus, à ma connaissance. Dans une lettre du 20 Novembre 1929, répondant à une demande que je lui avais faite d'un article pour les Annales de Protistologie, fondées en 1928, il m'écrivait :

„Un article pour vos Annales? Jamais de la vie; je n'ai plus rien, je ne saurais absolument pas que dire. Si je n'avais pas eu la malheureuse idée de jeter au calorifère mes milliers de notes, ce serait une autre affaire; mais ce qui est fait est fait. Il y avait là, entr'autres, mes observations sur l'enkystement, plastogamie, etc. etc., de deux espèces d'*Euglypha*; mais ayant correspondu avec Mr. REUKAUF qui étudiait aussi le sujet et qui m'avait envoyé un travail préliminaire en en faisant espérer un plus conséquent, j'en étais resté là; et ce second travail, je ne crois pas qu'il ait jamais paru” . . .

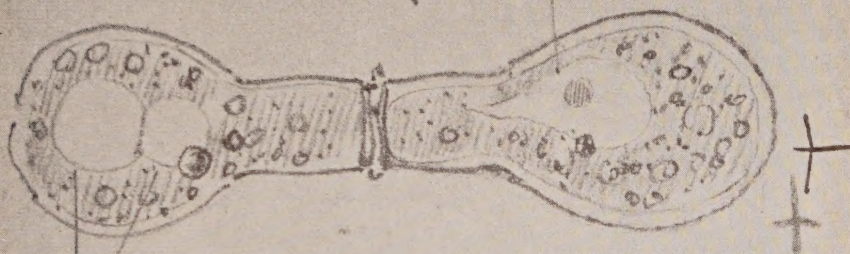
E. PENARD était doué d'une grande habilité manuelle: n'oublions



222) 10 Janv.

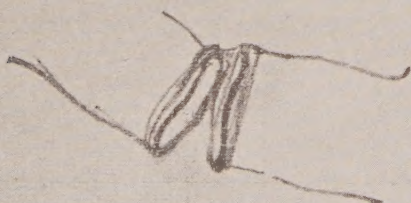
3 chas.

grand vide plein de liquide  
gris, on l'envoie le nudéole



2 grande vacuole  
avec liquide gris  
il est prob. que n'y a  
mais on ne le voit pas

Les deux indiv.  
sont pleins de  
nourrit et de  
grain

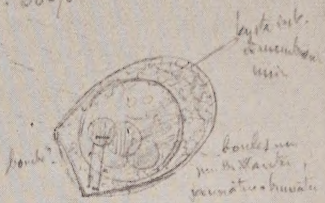


ne tiennent ensemble  
que par un ligament

Agrandissement d'un dessin original relatif à *Nebela lageniformis* Pen. Les croix indiquent que les croquis ont été redessinés et publiés.

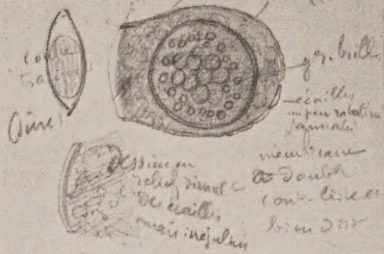
29 June 1922

long. 60-70 miles



coque souler garanc - em de chon - villa  
Thouville compl<sup>t</sup> de grain de grante  
plat

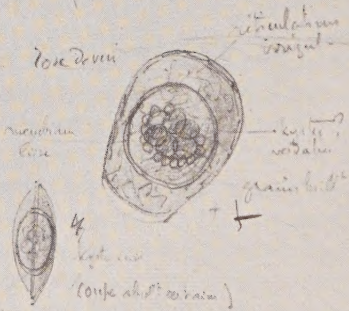
2 mil. 117  
80 minor



Bottle cap.

504172 *Alauda colla* Desvign.  
 1000 magnif. 1000 2000  
 1000 1000 1000  
 1000 1000 1000  
 1000 1000 1000

4 June 11



Crête (quille)

est sous la protection ampère fils  
numéro 2512 d'ind. d'ind. d'ind.  
logue ind. d'ind. d'ind.

5 mil 123



little office a fountain  
beams out 2. peridot

Groupe de quatre dessins originaux concernant *Heleopera rosea* Penard, exécutés en Avril et Juillet 1889. Ceux du 2 et du 4 Juillet sont rehaussés d'aquarelle. Les deux de la partie supérieure sont inédits.



pas qu'il était d'une lignée où s'étaient succédé horlogers et graveurs sur montres! Tout en multipliant les observations sur le vif, il confectionnait de nombreuses préparations microscopiques, montées au baume du Canada, colorées — quand elles l'étaient — au carmin au borax. Il a d'ailleurs, sur ma demande, minutieusement décrit sa méthode de travail dans un article paru en 1935 (80), où, à propos de colorants, il confesse „un truc” (passage rapide au bleu de méthylène), grâce auquel il avait obtenu des *Cucurbitella mespiliformis* Penard „où les chlorelles s'étaient conservées d'un beau vert émeraude”. Il ajoute: „résultat définitif car la couleur verte sera là pour l'éternité; pour vingt ans en tout cas, puisque mes préparations datant de plus loin encore le montrent nettement”.

Vingt-deux années ont passé depuis qu'il écrivit ces lignes. Je viens de reprendre la préparation contenant le spécimen dont j'ai publié une aquarelle dans le Traité de Zoologie de P. GRASSÉ (Vol. I, fasc. 2, Pl. 1, fig. 1) et je l'ai retrouvée inaltérée. Cette préparation date d'un demi-siècle au moins. La conservation de certains spécimens du Thécamoebien *Hyalosphenia papilio*, montés suivant le même procédé, est également excellente.

E. PENARD a ainsi confectionné un très grand nombre de préparations et beaucoup d'entre elles contiennent des types des espèces qu'il a nommées et décrites. Une importante série de ces préparations est actuellement à Londres, au British Museum. J'ignore dans quel état elle se trouve; si mes souvenirs sont exacts, il y aurait là cinq ou six cents préparations.

Une collection aussi importante a été donnée au Muséum d'Histoire Naturelle de Genève. Elle compte 663 préparations, qui m'ont paru en bon état lors d'une visite faite en Août 1952. Il n'existe pas, que je sache, de catalogue raisonné de la collection genevoise et je ne puis donc donner ici d'indications sur les types d'espèces qu'elle renferme.

Enfin, une troisième collection, qui ne compte que 280 préparations est en ma possession: elle m'a été offerte par E. PENARD en 1929. Sa composition est la suivante:

Rhizopodes 233 préparations. Celles-ci appartiennent aux genres suivants (la mention *type* concerne les préparations relatives à des formes nommées par E. PENARD)

*Amoeba*: 18 préparations dont 4 types.

*Amphitrema*: 2 prép.

*Amphizonella*: 2 prép.

*Arcella*: 6 prép. dont un type (*A. pseudarcella* Pen.)

*Assulina*: 3 prép.

*Awerintzewia*: 1 prép. type (*A. cyclostoma* Pen.)

*Bullinula* (*Bullinularia*): 6 prép. types (*B. indica* Pen.)

*Centropyxis*: 5 prép. dont 2 types.  
*Chlamydomyxa*: 1 prép.  
*Clypeolina*: 1 prép. type (*C. marginata* Pen.)  
*Cochliopodium*: 2 prép. types  
*Corycia* (*Microcorycia*): 3 prép. dont un type (*C. physalis* Pen.)  
*Cyphoderia*: 11 prép. dont 5 types.  
*Diaphoropodon*: 1 prép.  
*Diffugia*: 61 prép. dont 21 types  
*Diplochlamys*: 1 prép. type  
*Euglypha*: 10 prép. dont 2 types.  
*Gromia*: 4 prép. dont 3 types. L'un d'eux (*G. linearis*) est le type  
 du genre *Penardogromia* Deflandre 1953.  
*Heleopera*: 7 prép. dont 2 types.  
*Hyalosphenia*: 7 prép. dont 1 type.  
*Lesquereusia*: 8 prép. dont 1 type.  
*Lieberkühnia*: 1 prép.  
*Nebela*: 45 prép. dont 13 types.  
*Pamphagus*: 1 prép.  
*Parmulina*: 1 prép. type.  
*Pelomyxa*: 5 prép.  
*Phryganella*: 1 prép. type.  
*Placocysta*: 4 prép. dont 1 type.  
*Plagiopyxis*: 1 prép. type  
*Pontigulasia*: 4 prép. dont 1 type.  
*Pseudodiffugia*: 2 prép. types.  
*Quadrula*: 4 prép.  
*Trigonopyxis*: 1 prép.  
*Trinema*: 1 prép.  
 Héliozaaires: 10 préparations.  
*Acanthocystis*: 2 prép.  
*Actinosphaerium*: 4 prép.  
*Heterophrys*: 1 prép.  
*Raphidiophrys*: 3 prép.  
 Ciliés: 27 préparations.  
*Bursaria*: 3 prép.  
*Carchesium*: 1 prép. type.  
*Cothurnia*: 4 prép.  
*Epistylis*: 1 prép.  
*Lagenophrys*: 4 prép.  
*Loxophyllum*: 2 prép.  
*Phacodinium*: 1 prép.  
*Pseudomicrothorax*: 1 prép.  
*Spathidium*: 1 prép. type.  
*Spirochona*: 8 prép.



*Vasicola*: 1 prép. type.

Tentaculifères: 9 préparations.

*Dendrocometes*: 5 prép.

*Dendrosoma*: 1 prép. type.

*Tokophrya*: 3 prép.

Sporozoaires: 1 prép.

*Didimophyes*: 1 prép.

Cette collection renferme donc 73 types dont certains sont représentés par plusieurs préparations et il m'a paru intéressant d'en donner ici un catalogue.

Une grande partie des spécimens proviennent de Genève même, des environs immédiats (bords du lac en particulier) et du Jura. C'est ainsi que les *Cucurbitella mespiliformis* déjà citées, ont été vraisemblablement récoltées dans un étang de l'Avenue d'Aïre. Certaines stations ont été régulièrement visitées par lui durant de longues années et je donne ici (Planche IV) l'aspect actuel de l'une d'elle, La Pointe à la Bise, qu'il affectionnait spécialement par suite de sa richesse, lorsqu'elle était un véritable marécage, aujourd'hui réduit à une étroite benne.

Un bon nombre de spécimens de Rhizopodes proviennent de diverses régions éloignées et lui avaient été procurés soit par des correspondants (surtout par G. H. WAILES), soit par des Expéditions. C'est ce qui constitue aussi leur intérêt pour ce qui regarde des espèces dont la répartition peut ainsi être contrôlée.

E. PENARD a été toute sa vie un correspondant d'une régularité et d'une courtoisie peu communes. Nos échanges épistolaires ont duré un peu plus d'un quart de siècle: sa première lettre date du 3 mars 1927 et sa dernière carte postale du 28 février 1953.

C'est en partie dans ses lettres, en partie dans des notes écrites à la suite des visites que, ma femme et moi, nous lui faisions chaque fois que nous pouvions passer par Genève, que j'ai puisé la matière des deux notices que je lui ai consacrées.

Il n'est pas question de répéter ici ce qui a été dit dans celles-ci, mais je veux néanmoins fixer historiquement le début de la vie scientifique d'E. PENARD tel qu'il le décrivait dans une lettre datée du 20 Juin 1945, où il me disait: „Vous me priez de „revivre” pour vous l'histoire de mes débuts dans la science de nos petites bêtes. Je le fais volontiers, et même cela m'amusera; mais un peu fatigué de ma journée, je remets la chose à demain:

21 juin.

En février 1887, après trois années de préceptorat, j'étais à Naples, étudiant la Géologie; mais bien vite, comprenant que je n'arriverais pas à grand'chose, je m'étais transporté à la Villa Nationale y admirant les animaux marins que je ne connaissais guère; la „*table suisse*”, je le

savais, était libre en ce moment, et m'adressant au prof. CARL VOGT qui en avait la disposition, j'obtins la place. Pendant trois mois, je pus m'en donner à plaisir, finissant par une étude sur le vivant de l'*Echinus microtuberculatus*, pris et suivi depuis la pénétration du spermatozoïde jusqu'au 8e jour de la larve (travail intéressant que VOGT envoya à Berne pour prouver à nos autorités fédérales qui faisaient les frais, que l'on faisait du bon ouvrage); mais, revenu à Genève en Mai, et en attendant une nouvelle place de précepteur, j'eus tout l'été pour moi, m'adressant cette fois au lac, et me plongeant dans l'étude de *Ceratium hirundinella* (sub. *C. macroceros*) encore mal connu; et là, je pus constater différentes choses:

- 1° que les cils de la ceinture n'existent pas;
- 2° que l'enveloppe est cellulosique, et que la chlorophylle est naturelle dans l'individu;
- 3° que le noyau est remarquable;
- 4° que l'organisme est pourvu de deux *flagellums*, dont l'un est locomoteur, l'autre battant dans la „ceinture”; mais cela, cette dernière constatation, je n'osai pas le dire; je pouvais me tromper, et moi, commençant en microscopie, je devais garder le silence. *Grave erreur, que cette timidité!* presque en même temps, ou l'année suivante, la chose fut définitivement révélée par KLEBS à Bâle, je crois, et j'avais laissé passer une occasion magnifique; mais sans y perdre grand'chose, car en 1888, j'avais mon doctorat passé, avec pour thèse mon „*Etude sur le Ceratium macroceros*”, une plaquette introuvable aujourd'hui.

A l'automne 87, Wiesbaden, et premières études sur les Rhizopodes; j'avais là, Dieu merci, beaucoup de temps, mon préceptorat restant à moitié „virtuel”.

Après Wiesbaden, nouvelles vacances en attendant la Russie, et *le lac encore*; les Péridiniacées en général, puis enfin, le fond, le „feutre organique” de FOREL, sondages à 20, 30, 45 mètres, et acquisition de Rhizopodes en masse, d'Héliozoaires intéressants, etc. etc.

La Russie, enfin (après six mois de Leipzig), la Russie jusqu'en 1898; et savez-vous combien de temps j'ai pu dédier au microscope, pendant ces 6 années? *Cinq minutes*, cher Monsieur, cinq minutes, cela dans le 1er jour, et j'ai fermé ma boîte, pour ne plus la rouvrir qu'à Genève, en 1898, installé, marié, pensionné (hélas pension à vie, qui n'a été que jusqu'en 1917, mes bienfaiteurs millionnaires étant tombés dans la misère). A partir de là, je me suis occupé, comme vous le savez, des Infusoires, flagellates, tentaculifères, etc. etc. jusqu'en 1922, l'année où mes yeux m'ont failli.”

En ce qui concerne la découverte du second flagelle des Dinoflagellés, longtemps pris pour une rangée de cils, ce n'est que vers 1888 que fut répandue et connue (en particulier grâce au „Protozoa” de BÜTSCHLI, du BRONN's Thierreich) la découverte de KLEBS, publiée effec-



tivement en 1884. E. PENARD en 1887, n'aurait donc point eu la priorité, mais il aurait cependant acquis immédiatement, auprès de l'Université de Genève, une notoriété susceptible de modifier le cours de son existence.

Beaucoup d'autres passages des lettres d'E. PENARD mériteraient la publication. Peut-être aurai-je un jour le loisir de les choisir et la possibilité de les publier. Je ne veux cependant pas laisser passer l'occasion qui m'est offerte ici pour donner, en annexe, la version française du dernier article (N° 87, en langue anglaise) écrit par E. PENARD. Il avait joint cet article à une lettre du 1er février 1946, me laissant éventuellement le soin de la publier, ce que les circonstances, à l'époque, ne m'avaient pas permis de faire.

Il reste, et j'ai cru devoir le cataloguer sous le N° 86, un manuscrit intitulé *Infinita in Infinitis*, dont je ne connais que le titre et qui, présentement, semble égaré. Puisse-t-il être un jour retrouvé et publié! . . .

Enfin, en consciencieux bibliographe, je m'en voudrais de passer sous silence une activité parascientifique d'E. PENARD, dont il n'a tiré nulle vanité . . . et bien peu de profits, mais qui a très certainement tenu une place non négligeable dans son existence: il s'agit des romans d'aventures pour la jeunesse qu'il aimait écrire.

A quelle époque remontent les premiers de ces romans? Je ne puis le situer. D'une lettre du 20 novembre 1929 j'extrais ce passage: „Mes occupations sont . . . les mêmes, c'est-à-dire un peu de tout: j'ai passé mon hiver à écrire deux romans d'aventures, pour la jeunesse; moi qui suis étonnamment craintif de nature, je deviens un phénomène d'énergie et de hardiesse quand, parlant à la première personne, je me donne comme le héros de mes élucubrations (c'est un peu comme GUSTAVE AIMARD, paraît-il, qui a fait la joie de nos jeunes années, mais que la jeunesse actuelle ne connaît plus guère, et qui était dans la vie privée d'une poltronnerie proverbiale”.

Une partie de ces romans d'aventure, où l'histoire naturelle tient une large place, a été publiée dans des périodiques, en feuilletons. Voici d'abord les titres de ceux qui ont paru en librairie.

- L'Atoll (1905) (1946)
- Les étranges découvertes du Dr. Todd (1906) (1946)
- Le convict (1907) (1944)
- Trois années dans les glaces (1908) (1944)
- L'Ile aux Albatros (1930)
- Vers l'Islande (1931)
- La Roche aux Echidnés (1946)

(Les dates entre parenthèses sont celles des premières et dernières éditions, celles-ci chez Delachaux et Niestlé)



„Gorges de Chabet-el-Akra”, Lavis d'EUG. PENARD exécuté lors de son voyage en Algérie 1884.





Deux aspects, dans son état actuel, d'une localité du bord du Lac Léman, la Pointe à la Bise. Longtemps et régulièrement visitée par E. PENARD, surtout entre 1898 et 1904, elle lui avait fourni un certain nombre de formes nouvelles de Rhizopodes et d'Héliozoaires.

Il est plus difficile de donner une liste complète des autres oeuvres, dont les lieux et dates de parution me sont inconnus. Aussi je citerai seulement les titres, mentionnés dans une lettre du 20 Juin 1945:

Le Déluge de Feu. — L'aventure de Briséis. — Deux prospecteurs, une idylle. — Aventures en Australie. — L'Etoile de mer. — Mes huit ans de collège. — Les Aléoutes. — Maison de repos. — L'oeil du taureau. — Patagonie ou le Robinson du Désert. — Josiah, le chercheur d'or.

A cette liste, j'ajouterai, parus en feuilleton dans le Journal de Genève (N° 182 à 184 des 5, 6, 7 Août 1952), les délicieux „Souvenirs d'un presque centenaire” que la Rédaction du Journal avait présentés avec l'introduction suivante:

„Nos lecteurs seront heureux de lire les souvenirs d'enfance qu'à évoqués M. EUG. PENARD le toujours alerte nonagénaire dont tant de jeunes gens ont lu avec autant d'intérêt que de profit les romans d'aventures et de voyages. Les souvenirs de M. PENARD nous reportent à une époque qui apparaît auréolée de grâce, de gentillesse et de vertu. Mais ils ont surtout ce grand mérite d'avoir été vécus”.

Je m'excuse d'avoir introduit, dans un périodique aussi sérieux qu'*Hydrobiologia*, une digression aussi longue. Mais l'ardité des listes bibliographique et systématique qui suivent ne devait-elle pas être un peu atténuée? On me le pardonnera, je l'espère, en tenant compte de l'utilité de ces listes et plus particulièrement de celle consacrée au bilan systématique que ma femme a bien voulu établir, ce dont je la remercie affectueusement.

## ANNEXE I

### Liste de quelques Notices consacrées à E. PENARD.

E. PITTARD. — Au palmarès scientifique de la Suisse

Un anniversaire et un nom: EUGÈNE PENARD.

*Tribune de Genève*, 15 Septembre 1950.

Cet article a été publié à l'occasion du 95<sup>e</sup> anniversaire d'E. PENARD.

Les suivants (je m'excuse si j'en oublie) ont paru lors de son décès: Anonyme. — EUGÈNE PENARD (avec un portrait). *Journal de Genève*, 6 janvier 1954.

Anonyme. — Ceux qui s'en vont. EUGÈNE PENARD (avec un portrait). *Tribune de Genève*, 6 janvier 1954.

E. PITTARD. — Au Panthéon de la Science Gènevoise. EUGÈNE PENARD. *Tribune de Genève* 7 janvier 1954.

G. DEFLANDRE. — Nécrologie: E. PENARD. *Bull. Microscopie appliquée*. T. 4 — Nos 1—2. Janvier-Février 1954, p. 5.



- G. DEFLANDRE. — EUGÈNE PENARD et la Protistologie. *La Nature*, N° 3227, mars 1954, p. 110—111, un portrait, 5 figures.
- G. DEFLANDRE. — EUGÈNE PENARD (1855—1954), sa Vie et son Oeuvre. *The Journal of Protozoology*, Vol. 1, N° 3, Août 1954, p. 187—190, un portrait.
- JOHN O. CORLISS. — Dr. PENARD and America. *Ibidem* p. 191.
- JOHN O. CORLISS. — Dr. EUGÈNE PENARD. Obituary. *Proc. Linn. Soc. of London*, Sess. 166, 1953—54, Pts 1—2, Febr. 1956, p. 42—44.

## ANNEXE II

Première version, en langue française, du dernier article (N° 87, Liste Annexe III).

### L'HABITUATION

par E. PENARD.

Dans les Proceedings of the Linnean Soc. of London, 156th Session, 1943—44 et à la page 70, on trouve sous le titre de *Some Problems of Animal learning*, une communication, très intéressante de W. H. THORPE, qui, sous ce titre, examine les faits qui mettent en relief les phénomènes d'*Habitation*, un vocable sans doute introduit là par l'auteur (1), et l'habitation consiste en ceci: Tel ou tel animal, brusquement effrayé pour une cause ou une autre, par exemple par un coup violent frappé sur la table, cherche et trouve un abri temporaire. Prenons l'huître: elle fermera d'un coup sa coquille; mais après un instant, une fois le danger passé, l'animal s'épanouira de nouveau, ouvrira sa coquille et attendra les proies. Un second coup, maintenant, brusque et bien fort: la coquille se ferme! un instant de repos, et elle se rouvre, le danger est passé. Continuez l'expérience: toujours le même résultat, avec fermeture finalement un peu hésitante; et *après cinq ou six coups*, l'huître ne se dérangera plus, elle a reconnu que le danger n'était plus à craindre, et à quoi bon, alors, se mettre en frais de fermeture? non, *restons déployé!* . . . et voilà l'*Habitation*.

Mais . . . et les *Protozoaires*? THORPE les ignore, il ne s'en est pas occupé; trop „petits”, pense-t-il, et surtout trop simples, ils ne comptent pas!

---

<sup>1</sup>)En villégiature pour un temps indéterminé, je n'ai plus sous la main le fascicule où se trouve la communication de l'auteur, avec la diagnose de ce terme lui-même, non plus que la liste des organismes examinés.

Eh bien! THORPE se trompe, l'*habitation* est aussi caractéristique des Protozoaires que des Métazoaires; seulement, il faut qu'ils possèdent un étui, une coquille, une logette où ils n'ont qu'à se retirer, et l'on trouvera quelque chose, à ce sujet, dans „*Les infiniment petits dans leurs manifestations vitales*”. Georg & Cie 1938; cela à la page 50 pour *Hyalosphenia punctata*, Rhizopode, à la page 81 pour *Heterophrys glabrescens*, Héliozaire, à la page 117 pour *Metacystis lagenula*, Infusoire.

Dans ces petits organismes, ajoutons-le, le phénomène se déroule dans son entier dans l'espace de trois à quatre minutes; pour l'huître, il aurait fallu la journée, peut-être.

Trois Protozoaires! mais pourquoi m'arrêter là? Malheureusement, d'autres recherches m'ont obligé, dans le temps, à négliger le sujet quitte à le reprendre plus tard; et plus tard . . . le microscope m'a été interdit à jamais.

Mais *ils savent ce qu'ils font*, les Protozoaires, et c'est là une conclusion de quelque importance, n'est-il pas vrai?

### ANNEXE III

#### LISTE CHRONOLOGIQUE DES PUBLICATIONS

- 1 — Recherches sur le Ceratium macroceros. Genève, 1888. Thèse de doctorat, p. 1—43, 3 Pl.
- 2 — Etudes sur quelques Héliozoaires d'eau douce. *Arch. de Biologie*, 1889, t. 9, p. 419—472, Pl. IX à XI.
- 3 — Einige Bemerkungen über die in der Umgegend von Wiesbaden vorkommenden Protozoen. *Jahrb. d. Nassau. Ver. für Naturkunde*, 1889, 42, p. 143—146.
- 4 — Notes sur quelques Héliozoaires. *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, 1889, (3) vol. 22, p. 523—539.
- 5 — Über einige neue oder wenig bekannte Protozoen. *Jahrb. d. Nassau. Ver. für Naturkunde*, 1890, 43, p. 75—91, Taf. 3.
- 6 — Catalog der nackten und schalentragenden Rhizopoden von Wiesbaden. *ibid.* 1890, 43, p. ? (6 p.).
- 7 — Die Heliozoen der Umgegend von Wiesbaden. *ibid.* 1890, 43, p. 39—66, Taf. 1, 2.
- 8 — Etudes sur les Rhizopodes d'eau douce. *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 1890, t. 31, p. 1—230, 11 Pl.
- 9 — La chlorophylle dans le règne animal. *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, 1890, (3) vol. 24, p. 638—648.
- 10 — Contributions à l'étude des Rhizopodes du Léman. *ibid.* 1891, (3) vol. 26, p. 134—156, Pl. 2.



- 11 — Rocky Mountain Rhizopods. *Amer. Nat.* 1891. vol. 25. p. 1070—1083.
- 12 — Les Péridiniacées du Léman. *Bull. Trav. Soc. Bot. Genève*, 1891, p. 1—63, Pl. 1 à 5.
- 13 — *Pelomyxa palustris* et quelques autres organismes inférieurs. *Arch. Sci. Phys. Nat. Genève*, 1893, (3) vol. 29, p. 165—182, Pl. 3.
- 14 — Le mécanisme de la détente dans les cellules urticantes. *ibid.* 1893, (3) vol. 29, p. 487—494, Pl. 12.
- 15 — „Introduction” in Britton and Murray Vail, An enumeration of the Plants collected by M. E. Penard in Colorado, during the Sommer of 1892. *Bull. Herb. Boissier*, 1895, T. III, N° 5, p. 197—198.
- 16 — Sur un Héliozoaire nageur. *Arch. Sci. Phys. Nat. Genève*, 1897, (4) vol. 4, p. 285—289, 1 Pl.
- 17 — Sur la croissance supposée de la coquille chez les Thécamoebiens. *ibid.* 1899, (4) vol. 7, p. 249—271.
- 18 — Sur les mouvements autonomes des pseudopodes. *ibid.* 1899, (4) vol. 7, p. 434—445.
- 19 — Les Rhizopodes de faune profonde dans le lac Léman. *Revue suisse Zool.* 1899, t. 7, p. 1—142, 9 Pl.
- 20 — Essai de mérotomie sur quelques Difflogies. *ibid.* 1900, t. 8, p. 447—489.
- 21 — *Phytelios loricata*, une Protococcacée nouvelle. *Bull. Herb. Boissier*, 1901, 2ème sèrie, N° 7, p. 667—681, 3 fig.
- 22 — Notes complémentaires sur les Rhizopodes du Léman. *Revue suisse Zool.* 1901, t. 9, p. 225—241.
- 23 — Sur quelques Héliozoaires des environs de Genève. *ibid.* 1901, t. 9, p. 279—305, Pl. 16.
- 24 — Faune rhizopodique du Bassin du Léman. Genève, Kundig. 1902, p. 1—714, nombr. fig.
- 25 — Notice sur les Rhizopodes du Spitzberg. *Arch. f. Prot.*, 1903, vol. 2, p. 238—282, 49 fig.
- 26 — Sur quelques Protistes voisins des Héliozoaires ou des Flagellates. *ibid.* 1903, vol. 2, p. 283—304, 20 fig.
- 27 — La *Multicilia lacustris* et ses flagelles. *Revue suisse Zool.* 1903, t. II, fasc. I, p. 123—149, Pl. 4.
- 28 — Quelques nouveaux Rhizopodes d'eau douce. *Arch. f. Prot.* 1904, vol. 3, p. 391—422, 11 fig.
- 29 — Les Héliozoaires d'eau douce. Genève Kundig. 1904, p. 1—341, nombr. fig.
- 30 — Etude sur la *Chlamydomyxa montana*. *Arch. f. Prot.* 1904, vol. 4, p. 296—334, 19 fig.
- 31 — Sur la décharge de la vésicule contractile dans *Amoeba territorialis*. *Revue suisse Zool.* 1904, t. 12, fasc. 3, p. 657—662.

- 32 — Les Sarcodinés. in: Catalogue des Invertébrés de la Suisse. Musée d'Hist. Nat. Genève, 1905, vol. 1, p. 1—164.
- 33 — Les Sarcodinés des grands lacs. Genève Kundig. 1905, p. 1—136, nombr. fig.
- 34 — Notes sur quelques Sarcodinés. (Ière partie). *Revue suisse Zool.* 1905, t. 13, fasc. 3, p. 585—616, Pl. 13—14.
- 35 — Les amibes et le genre *Amoeba*. *ibid.* 1905, t. 13, facs. I, p. 401—409.
- 36 — Les Sarcodinés du Loch Ness. *Proc. R. Soc. Edinburgh*, 1905, vol. 25, part. 8, p. 593—608, 4 fig.
- 37 — Observations sur les Amibes à pellicule. *Arch. f. Prot.* 1905, vol. 6, p. 175—206, 20 fig.
- 38 — Encore la *Chlamydomyxa*. *Bull. Herb. Boissier*, 1905, 2ème Sér. N° 6, p. 507—526.
- 39 — Etude sur la *Clypeolina marginata*. *Arch. f. Prot.* 1906, vol. 8, p. 66—85, 10 fig.
- 40 — Notes sur quelques Sarcodinés (2ème partie). *Revue suisse Zool.* 1906, t. 14, fasc. 2, p. 109—141, Pl. 4.
- 41 — Recherches biologiques sur deux *Lieberkühnia*. *Arch. f. Prot.* 1907, vol. 8, fasc. 2, p. 225—258, 22 fig.
- 42 — Zur hydrobiologischen Literatur. *Arch. f. Hydr. u. Plankt.* 1907, vol. 2, p. 373—385.
- 43 — On some Rhizopods from the Sikkim Himalaya. *J. R. micr. Soc.* 1907, p. 274—278, 4 fig. sur Pl. 14.
- 44 — On the collection and preservation of freshwater Rhizopods. *J. Quekett Micr. Club* 1907, (2) vol. 10, p. 107—116.
- 45 — Recherches sur les Sarcodinés de quelques lacs de Suisse et de Savoie. *Revue suisse Zool.* 1908, t. 16, fasc. 3, p. 441—471, Pl. 17.
- 46 — Sur une Difflogie nouvelle des environs de Genève. *ibid.* 1908, t. 16, fasc. 3, p. 472—482, Pl. 18.
- 47 — Die Sonnenthierchen. *Mikrokosmos* 1909, vol. 2, fasc. 5—6, p. 59—71, 5 Abb., 1 Tfl.
- 48 — Über ein bei *Acanthocystis turfacea* parasitisches Rotatorium. *ibid.* 1909, vol. 2, fasc. 10, p. 135—143, 7 fig.
- 49 — Sur quelques Mastigamibes des environs de Genève. *Revue suisse Zool.* 1909, t. 17, fasc. 2, p. 405—438, Pl. 10—11.
- 50 — Sur quelques Rhizopodes des mousses. *Arch. f. Prot.* 1909, vol. 17, facs. 2, p. 258—296, 36 fig.
- 51 — Die Rhizopoden des Süßwassers. *Kleinwelt* 1910, vol. 2, p. 49—54, 66—80, 1 Tfl.
- 52 — Rhizopodes nouveaux. *Revue suisse Zool.* 1910, t. 18, fasc. 4, p. 929—940, Pl. 8.



- 53 — Rhizopodes d'eau douce. *British Antarct. Exped.* 1910, vol. 1, part. 6, p. 203—262, Pl. 22—23.
- 54 — Rhizopoda. *Clare Island Survey*, 1911, part. 65 (en collaboration avec G. H. WAILES) p. 1—64, Pl. 1—6.
- 55 — On some Rhizopods from Sierra Leone. *J. Quekett Micr. Club.* 1911, (2) vol. 11, p. 299—306, Pl. 9—10.
- 56 — Notes sur quelques Sarcodinés (3ème partie). *Revue suisse Zool.* 1912, t. 20, fasc. 1, p. 1—29, Pl. 1—2.
- 57 — Further note on microscopic life on Gough Island, S. Atl. Ocean. Rhizopoda. *Proc. R. Phys. Soc. Edinburgh*, 1912, vol. 18, N° 4, p. 244—247, 4 fig.
- 58 — Nouvelles recherches sur les Amibes du groupe Terricola. *Arch. f. Prot.* 1912, vol. 28, fasc. 1, p. 78—140, 59 fig.
- 59 — Rhizopodes d'eau douce. *2ème Expéd. antarctique française* (1908—10). 1912, p. 1—16, 3 fig.
- 60 — Phénomène de pseudo-conjugaison chez quelques diatomées. *Bull. Soc. Bot. Genève*, 1912, p. 248—249.
- 61 — Rhizopodes (in Voyage d'exploration en Colombie, expéd. Fuhrmann). *Mém. Soc. Neuchâteloise. Sc. Nat.*, 1913, vol. 5, p. 669—674.
- 62 — A propos de Rotifères. *Rev. suisse Zool.*, 1914, t. 22, fasc. 1, p. 1—25, Pl. 1.
- 63 — Les Cothurnidés muscicoles. *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* 1914, t. 38, fasc. 1, p. 19—65, Pl. 1—5.
- 64 — Sur quelques Tentaculifères muscicoles. *Arch. f. Prot.* 1914, vol. 34, fasc. 3, p. 277—294, 19 fig.
- 65 — Un curieux Infusoire, *Legendrea bellerophon*. *Revue suisse Zool.* 1914, t. 22, fasc. 13, p. 407—433, Pl. 12.
- 66 — Le Strombidium mirabile. *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 1916, t. 38, fasc. 4, p. 227—251, Pl. 8.
- 67 — Observations sur quelques Protozoaires peu connus ou nouveaux. *Revue suisse Zool.*, 1917, t. 25, fasc. 1, p. 1—33, Pl. 1—2.
- 68 — Le genre *Loxodes*. *Revue suisse Zool.* 1917, t. 25, N° 16, p. 453—489, 12 fig.
- 69 — Sur un Tentaculifère peu connu, *Podophrya soliformis*. *Revue suisse Zool.* 1918, t. 26, fasc. 1, p. 1—16, 9 fig.
- 70 — A new type of Infusorian, *Arachnidiopsis paradoxa*. *J. R. micr. Soc. London*, 1918, p. 283—289, fig.
- 71 — On *Folliculina boltoni* (S. Kent), *ibid.* 1919, p. 305—319.
- 72 — *Mallomonas insignis*, spec. nova. *Bull. Soc. bot. Genève*, 1919, (2) vol. 11, N° 4, p. 122—128, 7 fig.
- 73 — *Physaliella collini*. Un Tentaculifère parasite de Callidinae socialis. *Festschrift für Zschokke*. Basel 1920, N° 28, p. 3—7, 14 fig.

- 74 — Observations sur le Strombidium viride. *Revue suisse Zool.* 1920, t. 28, fasc. 1, p. 1—9, 9 fig.
- 75 — Etudes sur les Infusoires Tentaculifères. *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 1920, t. 39, fasc. 4, p. 131—229, 56 fig.
- 76 — Studies on some Flagellata. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 1921, part 1, p. 105—168, Pl. 5—8.
- 77 — Etudes sur les Infusoires d'eau douce. Genève, Georg & Cie 1922, p. 1—331, 301 fig.
- 78 — Les Protozoaires considérés sous le rapport de leur perfection organique. Genève, Georg & Cie. 1922, p. 1—95.
- 79 — Quelques mots sur les Micro-Protozoaires. *Ann. Biol. lac.* 1923, tome 12, fasc. 1—2, 3 fig.
- 80 — Rhizopodes d'eau douce. Récoltes, préparations . . . et souvenirs. *Bull. Soc. Fr. Microsc.* 1935, IV, p. 57—73, 15 fig., 2 Pl.
- 81 — Rhizopode ou Flagellate? Quelques réflexions à propos de la Dinamoeba mirabilis. *Bull. Soc. Fr. Microsc.* 1936, V, p. 136—140, 1 fig.
- 82 — Le problème de la Cryptomonas. *Bull. Soc. Fr. Microsc.* 1936, V, p. 154—163, 3 fig.
- 83 — L'Arachnidiopsis paradoxa. *Bull. Soc. Fr. Microsc.* 1937, VI, p. 20—21, 1 fig.
- 84 — Les infiniment petits dans leurs manifestations vitales. Genève. Georg et Cie. 1938, p. 1—212, 75 fig., 6 Pl.
- 85 — Protozoaires et Psychologie. *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, 1940 et 1941. T. 22, 1940, p. 160—175; 179—200; 203—226; 265—289; T. 23, 1941, p. 57—76, fig.
- 86 — Infinita in Infinitis (Manuscrit non publié, 1941 ?).
- 87 — Habituation. *J. R. micr. Soc.* 1947, vol. LXVII, p. 43—45, 3 fig.

## ANNEXE IV.

### INDEX SYSTEMATIQUE

par

MARTHE DEFLANDRE-RIGAUD

Cet index, qui comporte l'énumération de toutes les entités systématiques créées par E. PENARD, a été disposé de manière à rendre sa consultation facile et pratique: on a classé alphabétiquement les espèces à l'intérieur des genres, les genres dans les grands groupes (Flagellés, Rhizopodes, Héliozoaires, Ciliés, Tentaculifères) sans y introduire d'autres divisions de la classification.



Quelques corrections, en accord avec les Règles de la Nomenclature Zoologique, ont été faites, mais le nom seul d'E. PENARD, doit figurer à la suite des changements opérés, même s'il s'agit de combinaison nouvelle.

Pour chaque unité systématique, la date de création est suivie d'un numéro qui renvoie à la liste chronologique des publications.

## FLAGELLATA

- Bicoeca exilis* n. sp. 1921, 76, p. 117, Pl. 5, f. 9—13.  
*Dimorpha monomastix* n. sp. 1921, 76, p. 116, Pl. 5, f. 7, 8.  
*Dimorpha tetramastix* n. sp. 1921, 76, p. 111, Pl. 5, f. 4—6.  
*Euglena pseudomermis* n. sp. 1921, 76, p. 158, Pl. 8, f. 62, 63.  
*Glenodinium pusillum* n. sp. 1891, 12, p. 52, Pl. 3, f. 1—4.  
*Glenodinium girans* n. sp. 1891, 12, p. 53, Pl. 4, f. 5—7.  
*Glenodinium gymnodinium* n. sp. 1891, 12, p. 54, Pl. 4, f. 8—10.  
*Gymnodinium mirabile* n. sp. 1891, 12, p. 56, Pl. 5, f. 1—7.  
*Gymnodinium mirabile* var. *rufescens* n. var. 1891, 12, p. 57, Pl. 5, f. 8, 9.  
*Gymnodinium viride* n. sp. 1891, 12, p. 55, Pl. 4, f. 11—24 (Pl. 2, f. 17 et 18 ?).  
*Gymnodinium helveticum* n. sp. 1891, 12, p. 58, Pl. 5, f. 10—16.  
*Histiona campanula* n. sp. 1921, 76, Pl. 6, f. 14—19.  
*Mallomonas insignis* n. sp. 1919, 72, p. 2, f. 1 à 7.  
*Peranema granulifera* n. sp. 1890, 5, p. 8, Pl. 3, f. 10 bis—13.  
*Peridinium apiculatum* n. sp. 1891, 12, p. 51, Pl. 3, f. 3—13.  
*Petalomonas quadrilineata* n. sp. 1890, 5, p. 10, Pl. 3, f. 18bis—21.  
*Pteridomonas* nov. gen. 1890, 5, p. 13, Pl. 3, f. 29bis—36.  
*Pteridomonas pulex* n. sp. 1890, 5, p. 13, Pl. 3, f. 29bis—36.  
*Salpingoeca lepidula* n. sp. 1921, 76, p. 127, Pl. 6, f. 29—33, Pl. 7, f. 34—40.  
*Salpingoeca polygonatum* n. sp. 1921, 76, p. 123, Pl. 6, f. 20—28.

## RHIZOPODA SENSU LATO

- Amoeba ambulacralis* n. sp. 1890, 5, p. 3, Pl. 3, fig. 1bis—4; 1902, 24, p. 90, f. 1, 2.  
*Amoeba annulata* n. sp. 1902, 24, p. 52, f. 1—4.  
*Amoeba beryllifera* n. sp. 1902, 24, p. 53, f.  
*Amoeba clavarioides* n. sp. 1902, 24, p. 75, f. 1—3.  
*Amoeba cirrifera* n. sp. 1890, 8, p. 130, Pl. 2, f. 66—72.  
*Amoeba citrina* n. sp. 1902, 24, p. 102, f. 1—5.  
*Amoeba dumetosa* n. sp. 1904, 28, p. 392, f. 1—6.  
*Amoeba fasciculata* n. sp. 1902, 24, p. 73, f. 1, 2.

- Amoeba geminata* n. sp. 1890, 8, p. 126, Pl. II, f. 14 à 27.  
*Amoeba gorgonia* n. sp. 1902, 24, p. 78, f. 1—9.  
*Amoeba gracilis* n. sp. 1890, 8, p. 132, Pl. 3, f. 3 à 8.  
*Amoeba hylobates* n. sp. 1902, 24, p. 81, f. 1—8.  
*Amoeba hylobates* Pen. var. *simplex* n. var. 1902, 24, p. 83, f. 1—3.  
*Amoeba laureata* n. sp. 1902, 24, p. 131, f. 1—4.  
*Amoeba lucens* (Frenzel) comb. nov. 1902, 24, p. 55, f. 1—3; syn.  
*Saccamoeba lucens* Frenzel.  
*Amoeba muralis* n. sp. 1909, 50, p. 267, f. 1—3; 1910, 53, p. 222, sans fig.  
*Amoeba nitida* n. sp. 1902, 24, p. 61, f. 1—8.  
*Amoeba nobilis* n. sp. 1902, 24, p. 65, f. 1—9.  
*Amoeba papyracea* n. sp. 1905, 37, p. 201, f. 14; 1912, 58, p. 82, sans fig.  
*Amoeba pulverulenta* n. sp. 1904, 28, p. 395, f. 1—4.  
*Amoeba radiosa* Dujardin var. *gemmifera* n. var. 1903, 25, p. 245, f. 1,2,3.  
*Amoeba radiosa* Duj. var. *granulifera* n. var. 1902, 24, p. 89, f. 1—9.  
*Amoeba saphirina* n. sp. 1902, 24, p. 50, f. 1 à 5.  
*Amoeba spatula* n. sp. 1890, 8, p. 129, Pl. 2, f. 55—65.  
*Amoeba striata* n. sp. 1890, 8, p. 127, Pl. 2, f. 31—34; 1902, 24, p. 127, f. 1—10; 1903, 25, p. 248, sans fig.; 1905, 37, p. 204, f. 19.  
*Amoeba vesiculata* n. sp. 1902, 24, p. 125, f. 1—3; 1905, 37, p. 204, f. 20.  
*Amoeba vespertilio* n. sp. 1902, 24, p. 92, f. 1—7.  
*Amoeba vestita* n. sp. 1890, 8, p. 192, Pl. 11, f. 64—72; cf. *Diplochlamys vestita* 1909, 50, p. 279, f. 1—5.  
*Amphitrema lemanense* n. sp. 1903, 26, p. 289, f. 3; 1905, 33, p. 101, f. 1,2.  
*Arachnula vesiculata* n. sp. 1905, 34, p. 612, Pl. 14, f. 31, 32.  
*Arcella catinus* n. sp. 1890, 8, p. 154, Pl. 5, f. 78 à 92; 1911, 54, p. 20, sans fig.  
*Arcella gibbosa* n. sp. 1890, 8, p. 155, Pl. 5, f. 96—99; Pl. 6, f. 1.  
*Arcella microstoma* n. sp. 1890, 8, p. 154, Pl. 5, f. 75—77.  
*Arcella polypora* n. sp. 1890, 8, p. 156, Pl. 6, f. 2—9; 1902, 24, p. 409, f. 1,2.  
*Arcella pseudarcella* n. sp. 1917, 67, p. 20, Pl. 2, f. 27, 28 & 39.  
*Assulina minor* n. sp. 1890, 8, p. 177, Pl. 9, f. 14—25; 1902, 24, p. 519, f. 1—4; 1903, 25, p. 272, sans fig.  
*Assulina scandinavica* n. sp. 1890, 8, p. 176, Pl. 9, f. 1—13.  
*Awerintzewia cyclostoma* (Penard) Schouteden 1906, Ann. Biol. lac. 1, p. 357, sans fig., Wailes et Penard 1911, 54, p. 22, sans fig.; syn.  
*Heleopera cyclostoma* Penard 1902, 24, p. 390, f. 1—6.  
*Bulinella* nov. gen. 1907, 43, p. 274—277; cf. *Bullinula* n.n. 1910, 53,

- p. 225; cf. *Bullinularia* n.n. Penard 1953, in Deflandre 1953, *Traité Zool. P. P. Grassé*, I (2), p. 127.
- Bulinella indica* n. sp. 1907, 43, p. 274, 277. Pl. 14, f. 1—4; cf. *Bullinula indica* 1910, 53, p. 225, sans fig.; cf. *Bullinularia indica* Penard 1953, in Deflandre 1953, supra p. 127, f. 90 a—e.
- Bullinula* n.n. 1910, 53, p. 225; syn. *Bulinella* 1907, 43, p. 277; cf. *Bullinularia* Penard 1953, in Deflandre 1953, supra, p. 127.
- Bullinula indica* 1910, 53, p. 225, sans fig.; syn. *Bulinella indica* n. sp. 1907, 43, p. 274, Pl. 14, f. 1—4; Wailes et Penard 1911, 54, p. 22, Pl. 1, f. 1; Penard 1912, 56, p. 1—9, Pl. 1, f. 1—5; cf. *Bullinularia indica* Penard 1953 in Deflandre 1953, supra, p. 127, f. 90 a—e.
- Bullinularia* n.n. Penard 1953, in Deflandre 1953, supra, p. 127; syn. *Bulinella* Penard 1907 et *Bullinula* 1910.
- Bullinularia indica* Penard 1953 in Deflandre 1953, supra, p. 127, f. 90 a—e.
- Campascus minutus* n. sp. 1899, 19, p. 58, Pl. 5, f. 15—17; 1902, 24, p. 468, f. 1—4; 1905, 33, p. 53, 1 f.; 1905, 36, p. 601, sans fig.
- Campascus triqueter* n. sp. 1891, 10, p. 147, Pl. 2, f. 8—11; 1899, 19, p. 55, Pl. 5, f. 7—14; 1902, 24, p. 466, f. 1—8; 1905, 33, p. 52, 1 f.
- Capsellina* nov. gen. 1909, 50, p. 290.
- Capsellina bryorum* n. sp. 1909, 50, p. 290, f. 1—6.
- Centropyxis aculeata* var. *discoïdes* n. var. 1890, 8, p. 150, Pl. 5, f. 38—41.
- Centropyxis arcelloïdes* n. sp. 1902, 24, p. 309, f. 1—4; 1911, 55, p. 300, Pl. 9, f. 1,2.
- Centropyxis delicatula* n. sp. 1902, 24, p. 308, f. 1—3; 1910, 53, p. 227, sans fig.
- Centropyxis horrida* n. sp. 1910, 53, p. 227, Pl. 22, f. 2 a—b.
- Centropyxis laevigata* n. sp. 1890, 8, p. 151, Pl. 5, f. 42 à 44 et 49 à 55; 1902, 24, p. 306, f. 1—5; 1903, 25, p. 257, sans fig.; 1910, 53, p. 228, sans fig.
- Clypeolina* nov. gen. 1902, 24, p. 459.
- Clypeolina marginata* n. sp. 1902, 24, p. 459, f. 1—4; 1905, 33, p. 59, 1 f.
- Cochliopodium ambiguum* n. sp. 1904, p. 405, f. 1—4; 1905, 33, p. 13, 1 f.
- Cochliopodium crassiusculum* n. sp. 1905, 34, p. 592, Pl. 13, f. 7 a—c.
- Cochliopodium erinaceum* n. sp. 1902, 24, p. 202, f. 1—6.
- Cochliopodium granulatum* n. sp. 1890, 8, p. 134, Pl. 3, f. 23—35; 1891, 10, p. 138; 1899, 19, p. 22, Pl. 2, f. 4,5; 1902, 24, p. 194, f. 1—6; 1905, 33, p. 11, 1 f.
- Cochliopodium obscurum* n. sp. 1890, 8, p. 135, Pl. 3, f. 26—29; 1902, 24, p. 203, f. 1—6.
- Cochliopodium opalinum* n.sp. 1903, 25, p. 250, f. 1—8.



- Cochliopodium spumosum* n. sp. 1904, 28, p. 401, f. 1—5; 1905, 33, p. 9, 1 f.
- Corycia* Dujardin 1852: cf. *Microcorycia* Cockerell 1911
- Corycia coronata* n. sp. 1902, 24, p. 178, f. 1—5.
- Corycia coronata* var. *simplex* n. var. 1902, 24, p. 179, f. 1—5; cf. *Microcorycia simplex* (Penard).
- Corycia physalis* n. sp. 1917, 67 p. 18, Pl. 2, f. 24, 25, 29 et 30.
- Corycia tessellata* n. sp. 1917, 67, p. 17, Pl. 1, f. 16, 19, 22, 23.
- Corythion pulchellum* n. sp. 1890, 8, p. 189, Pl. 11, f. 27—36; 1902, 24, p. 532, f. 1—4.
- Cryptodiffugia compressa* n. sp. 1902, 24, p. 428, f. 1—3; 1911, 54, p. 22, Pl. 1, f. 1.
- Cryptodiffugia oviformis* n. sp. 1890, p. 168, Pl. 7, f. 95—107; 1902, 24, p. 425, f. 1—4; 1910, 54, p. 24, Pl. 1, f. 4.
- Cryptodiffugia sacculus* n. sp. 1902, 24, p. 429, f. 1—6; 1910, 54, p. 25, Pl. 1, f. 5a.
- Cucurbitella* nov. gen. 1902, 24, p. 310.
- Cucurbitella mespiliformis* n. sp. 1902, 24, p. 311, f. 1—9.
- Cyphoderia ampulla* Ehr. var. *imbricata* v.n. Penard 1905, 32, p. 98, sans fig.; cf. *C. trochus* var. *imbricata* (Penard); syn. *C. trochus* var. *amphoralis* Wailes 1911, 54, p. 31, Pl. 2, f. 13, 14 a—c.
- Cyphoderia ampulla* Ehr. var. *major*. Penard 1911, 54, p. 30, Pl. 1 et 2, f. 8 et 10; syn. *Cyphoderia margaritacea* Schlumb. var. *major*. Penard 1890, 8, p. 175, Pl. 8, f. 65—67.
- Cyphoderia ampulla* Ehr. var. *papillata* n. var. Penard 1911, 54, p. 29, Pl. 1, f. 7.
- Cyphoderia ampulla* Ehr. var. *vitrea* n. var. Penard 1911, 54, p. 29, Pl. 1, f. 6 a—b.
- Cyphoderia calceolus* n.sp. 1899, 19, Pl. 6, f. 17—26; 1902, 24, p. 483, f. 1—6; 1905, 33, p. 47, 1 f.
- Cyphoderia laevis* n. sp. 1902, 24, p. 489, f. 1—6; 1905, 33, p. 50, 1 f.
- Cyphoderia margaritacea* Schlumb. var. *major* n. var. Penard 1890, 8, p. 175, Pl. 8, f. 65—67; 1891, 10, p. 146, pas de fig.; 1899, 19, p. 61, Pl. 6, f. 1—16; 1902, 24, p. 475, f. 1—10; cf. *Cyphoderia ampulla* Ehr. var. *major*. Penard 1911, 54, p. 30, Pl. 1 et 2, f. 8 et 10.
- Cyphoderia myosurus* n.sp. 1908, 45, p. 454, Pl. 17, f. 9—11.
- Cyphoderia trochus* n. sp. 1899, 19, p. 73, Pl. 7, f. 1—14; 1902, 24, p. 485, f. 1—10; 1905, 33, p. 48, 1 f.; Wailes et Penard 1911, 54, p. 31, Pl. 2, f. 11, 14 a—b.
- Cyphoderia trochus* var. *imbricata* (Penard) comb. nov.; syn. *C. ampulla* Ehr. var. *imbricata* n. var. Penard 1905, 32, p. 98, sans fig.; syn. *C. trochus* var. *amphoralis* Wailes 1911, 54, p. 31, Pl. 2, f. 13, 14 a—c.

- Cyphoderia trochus* Pen. var. *palustris* n. var. 1911, 54, p. 31, Pl. 2, f. 12, 14 a—c.
- Diffugia acuminata* Ehr. var. *inflata* n. var. Penard 1899, 19, p. 29, Pl. 3, f. 1; 1902, 24, p. 234, sans fig.; 1905, 33, p. 14, 1 f.
- Diffugia acuminata* Ehr. var. *umbilicata* n. var. Penard 1902, 24, p. 235, sans fig.
- Diffugia amphora* var. *minor* n. var. 1890, 8, p. 14, Pl. 4, f. 1—3.
- Diffugia avellana* n. sp. 1890, 8, p. 144, Pl. 4, f. 38—40; 1902, 24, p. 261, f. 1—4.
- Diffugia bacillifera* n.sp. 1890, 8, p. 146, Pl. 4, f. 61—66; 1902, 24, p. 230, f. 1—4; 1910, 53, p. 230, sans fig.
- Diffugia bacillifera* var. *inflata* n. var. 1890, 8, p. 146, Pl. 4, f. 67—71.
- Diffugia bicornis* n. sp. 1890, 8, p. 141, Pl. 4, f. 12—14.
- Diffugia bidens* n. sp. 1902, 24, p. 264, f. 1—8.
- Diffugia binucleata* n. sp. 1902, 24, p. 262, f. 1—5.
- Diffugia capreolata* n. sp. 1902, 24, p. 222, f. 1—6.
- Diffugia curvicaulis* n. sp. 1899, 19, p. 36, Pl. 3, f. 2—6; 1902, 24, p. 242, f. 1—4; 1905, 33, p. 15, 1 f.
- Diffugia echinulata* n. sp. 1911, 55, p. 304, Pl. 10, f. 8.
- Diffugia elegans* n. sp. 1890, 8, p. 140, Pl. 4, f. 4—11; 1902, 24, p. 236, f. 1—8.
- Diffugia elegans* var. *teres* n. var. 1899, 19, p. 27, Pl. 2, f. 16—20; 1902, 24, p. 239, f. 9; 1905, 33, p. 15, 1 f.
- Diffugia elisa* n. sp. 1893, 13, p. 13, Pl. 3, f. 7.
- Diffugia elongata* n.sp. 1905, 33, p. 33, 1 f.; 1908, 45, p. 443, sans fig.
- Diffugia fallax* n. sp. 1890, 8, p. 144, Pl. 4, f. 41—51; 1899, 19, p. 35, Pl. 2, f. 6—8; 1902, 24, p. 245, f. 1—7; 1903, 25, p. 256, sans fig.; 1910, 53, p. 231, sans fig.
- Diffugia glans* n. sp. 1902, 24, p. 247, f. 1—5.
- Diffugia gramen* n. sp. 1902, 24, p. 281, f. 1—11.
- Diffugia gramen* var. *achlora* n. var. 1902, 24, p. 283, f. 7—8.
- Diffugia histrio* n. sp. 1908, 45, p. 452, Pl. 17, f. 4,5.
- Diffugia hydrostatica?* Zacharias var. *lithophila* n. var. 1902, 24, p. 274, f. 1—5; 1905, 33, p. 29, sans fig.
- Diffugia lanceolata* n. sp. 1890, 8, p. 145, Pl. 4, f. 59—60; 1902, 24, p. 250, f. 1—5.
- Diffugia lebes* n.sp. 1899, 19, p. 30, Pl. 3, f. 7, 8, 10, 11, 12; syn. *Diff. urceolata* var. *lebes* n. var. 1893, 13, p. 13, Pl. 3, f. 17; 1902, 24, p. 270, f. 1—6; 1905, 33, p. 31, 1 f.; 1908, 45, p. 446, sans fig.
- Diffugia lebes* var. *elongata* n. var. 1899, 19, p. 34, Pl. 3, f. 9.
- Diffugia lingula* n. sp. 1911, 55, p. 302, Pl. 10, f. 6.
- Diffugia lithoplites* n. sp. 1902, 24, p. 284, f. 1—10.
- Diffugia lucida* n. sp. 1890, 8, p. 145, Pl. 4, f. 52—58; 1902, 24, p.

- 273, f. 1—5; 1903, 25, p. 256, sans fig.; 1910, 53, p. 231, sans fig.; 1912, 58, p. 6, sans fig.
- Diffflugia mammillaris* n. sp. 1893, 13, p. 12, Pl. 3, f. 18, 19; 1899, 19, p. 37, Pl. 3, f. 13, 14; 1902, 24, p. 255, f. 1—4; 1905, 33, p. 22, 1 f.
- Diffflugia manicata* n. sp. 1902, 24, p. 226, f. 1—5; 1910, 53, p. 231, sans fig.
- Diffflugia minutissima* n. sp. 1904, 28, p. 410, f. 1, 2.
- Diffflugia modesta* n. sp. 1902, 24, p. 248, f. 1.
- Diffflugia platystoma* n. sp. 1890, 8, p. 143, Pl. 4, f. 35—37.
- Diffflugia praestans* n. sp. 1905, 33, p. 24, 1 f.
- Diffflugia pristis* n. sp. 1902, 24, p. 254, f. 1—7.
- Diffflugia pulex* n. sp. 1902, 24, p. 229, f. 1—8.
- Diffflugia pyriformis* Perty var. *atricolor* n. var. 1902, 24, p. 220, f. 6.
- Diffflugia pyriformis* Perty var. *bryophila* n. var. 1902, 24, p. 221, f. 7; 1910, 53, p. 232; 1912, 59, p. 7, sans fig.
- Diffflugia pyriformis* Perty var. *claviformis* 1899, 19, p. 25, Pl. 2, f. 12—15; 1902, 24, p. 219, f. 3, 4; 1905, 33, p. 19, 1 f.
- Diffflugia pyriformis* Perty var. *lacustris* n. var. 1899, 19, p. 24, Pl. 2, f. 11; 1902, 24, p. 222, f. 8; 1905, 33, p. 21, 1 f.
- Diffflugia pyriformis* Perty var. *linearis* n. var. 1890, 8, p. 137, Pl. 3, f. 42—44.
- Diffflugia pyriformis* Perty var. *tenuis* n. var. 1890, 8, p. 138, Pl. 3, f. 47—49.
- Diffflugia pyriformis* Perty var. *venusta* n. var. 1902, 24, p. 220, f. 5.
- Diffflugia pyriformis* Perty var. *vas* Leidy, sous-var. *bigibbosa* nov. ss. var. 1899, 19, p. 26, Pl. 2, f. 10.
- Diffflugia rubescens* n. sp. 1891, 11, p. 1072 et 1075—76; pro *D. pyriformis* in Leidy 1879, Pl. 10, f. 24, 25; 1902, 24, p. 227, f. 1—4; 1911 54, p. 34, sans fig.
- Diffflugia saxicola* n. sp. 1890, 8, p. 138, Pl. 3, f. 50—53.
- Diffflugia scalpellum* n. sp. 1899, 19, p. 38, Pl. 3, f. 15, 16; 1902, 24, p. 243, f. 1—7; 1905, 33, p. 23, 1 f.
- Diffflugia subaequalis* n. sp. 1910, 52, p. 932, Pl. 8, f. 4, 5.
- Diffflugia torquata* n. sp. 1912, 56, p. 22, Pl. 2, f. 17, 18.
- Diffflugia truncata* n. sp. 1908, 46, p. 481, Pl. 18, f. 1—8.
- Diffflugia urceolata* Carter var. *lebes* n. var. 1893, 13, p. 13, Pl. 3, f. 17; cf. *Diffflugia lebes* 1899, 19, p. 30, Pl. 3, f. 7, 8, 10, 11, 12.
- Diffflugia varians* n. sp. 1902, 24, p. 240, f. 1—8.
- Diffflugia viscidula* n. sp. 1902, 24, p. 259, f. 1—4.
- Diplochlamys fragilis* n. sp. 1909, 50, p. 272, f. 1—3; 1910, 53, p. 232, sans fig.
- Diplochlamys Gruberi* n. sp. 1909, 50, p. 282, f. 1, 2, 3, 4, 5; 1910, 53, p. 232, sans fig.



- Diplochlamys timida* n. sp. 1909, 50, p. 275, f. 1, 2; 1910, 53, p. 232, sans fig.
- Diplochlamys vestita* 1909, 50, p. 279, f. 1—5; syn. *Amoeba vestita* n. sp. 1890, 8, p. 192, Pl. 11, f. 64—72; 1910, 53, p. 233, sans fig.
- Euglypha alveolata* var. *aspera* n. var. 1891, 10, p. 144, Pl. 2, f. 5, 6, 7.; cf. *Euglypha aspera* n. sp. 1899, 19, p. 75, Pl. 7, f. 15—19.
- Euglypha armata* n. sp. 1911, 54, p. 37, Pl. 3, f. 16.
- Euglypha aspera* n. sp. 1899, 19, p. 75, Pl. 7, f. 15—19; syn. *Eugl. alveolata* var. *aspera* n. var. 1891, 10, p. 144, Pl. 2, f. 5, 6, 7; 1902, 24, p. 497, f. 1—3; 1905, 33, p. 54, 1 f.
- Euglypha filifera* n. sp. 1890, 8, p. 179, Pl. 9, f. 69—73; 1902, 24, p. 510, f. 1—4; 1910, 53, p. 236, sans fig.; 1911, 54, p. 40, sans fig.
- Euglypha heterospina* n. sp. 1890, 8, p. 180, Pl. 9, f. 74—79.
- Euglypha laevis* var. *minor* n. var. 1890, 8, p. 182, Pl. 9, f. 97—104; 1912, 59, p. 10.
- Euglypha lens* n. sp. 1899, 19, p. 78, Pl. 7, f. 20—24; cf. *Placocysta lens* 1902, 24, p. 514, f. 1—3.
- Euglypha rotunda* n. sp. 1911, 54, p. 41, Pl. 4, f. 19.
- Euglypha scutigera* n. sp. 1911, 54, p. 41, Pl. 4, f. 20.
- Frenzelina* nov. gen. 1902, 24, p. 463.
- Frenzelina reniformis* n. sp. 1902, 24, p. 464, f. 1—3.
- Gloidium granuliferum* n. sp. 1890, 8, p. 122, Pl. I, f. 32—34.
- Gloidium horridum* n. sp. 1902, 24, p. 30, f. 1—5.
- Gloidium mutabile* n. sp. 1902, 24, p. 29, f. 1, 2.
- Gloidium* (?) *inquinatum* n. sp. 1902, 24, p. 32, f. 1.
- Gromia gemma* n. sp. 1899, 19, p. 86, Pl. 8, f. 11—17; 1902, 24, p. 559, f. 1—3; 1905, 33, p. 70, 1 f.
- Gromia linearis* n. sp. 1902, 24, p. 567, 1 fig.; 1905, 33, p. 72, 1 fig., type du genre *Penardogromia* Deflandre 1953, supra, p. 140, Pl. I; f. 3.
- Gromia nigricans* n. sp. 1902, 24, p. 568, f. 1—3.
- Gromia saxicola* n. sp. 1905, 33, p. 77, 1 f.
- Gromia squamosa* n. sp. 1899, 19, p. 89, Pl. 9, f. 1—12; 1902, 24, p. 561, f. 1—5; 1905, 33, p. 73, f. 1—7; 1908, 45, p. 447, sans fig.
- Heleopera cyclostoma* n. sp. 1902, 24, p. 390, f. 1—6; 1905, 34, p. 602, sans fig.; Wailes et Penard 1911, 54, p. 22, sans fig.; cf. *Awerintzevia cyclostoma* (Pen.) Schout.
- Heleopera petricola* Leidy var. *amethystea* n. var. Penard 1899, 19, p. 53, Pl. 5, f. 1—5; 1902, 24, p. 384, sans fig.; 1905, 33, p. 36, 1 f.
- Heleopera rosea* n. sp. 1890, 8, p. 166, Pl. 7, f. 59—78; 1902, 24, p. 385, f. 1—3; 1911, 54, p. 42, sans fig.
- Heleopera sabauda* n. sp. 1908, 45, p. 469, Pl. 17, f. 12—16.
- Heleopera sordida* n. sp. 1910, 52, p. 931, Pl. 8, f. 2, 3; 1910, 53, p. 237, sans fig.

- Heleopera sylvatica* n. sp. 1890, 8, p. 168, Pl. 7, f. 79—94; 1902, 24, p. 389, f. 1—4; 1910, 53, p. 237, sans fig.
- Hyalosphenia cockayni* n. sp. 1910, 53, p. 238, Pl. 22, f. 5 a—b.
- Hyalosphenia punctata* n. sp. 1891, 10, p. 139, Pl. 2, fig. 1—3; 1899, 19, p. 48, Pl. 4, f. 20—29; 1902, 24, p. 341, f. 1—7; 1905, 33, p. 39, 1 f.
- Lesquereusia epistomium* n. sp. 1902, 24, p. 331, f. 1—3.
- Lesquereusia mimetica* n. sp. 1911, 55, p. 303, Pl. 10, f. 7.
- Mastigamoeba auricularita* n. sp. 1908—9, 49, p. 421, Pl. 10, f. 5—7.
- Mastigamoeba socialis* n. sp. 1908—9, 49, p. 418, Pl. 10, f. 3, 4.
- Mastigella nitens* n. sp. 1908—9, 49, p. 433, Pl. 11, f. 12, 16, 17.
- Mastigina lacustris* n. sp. 1908—9, 49, p. 429, Pl. 11, f. 11, 13, 14, 15.
- Mastigina spicata* n. sp. 1908—9, 49, p. 424, Pl. 10, f. 8 et Pl. 9, f. 9, 10.
- Microcorycia simplex* (Penard) syn. *Corycia coronata* Pen. var. *simplex*, n. var. 1904, 24, p. 179, f. 1—5.
- Microgromia elegantula* n. sp. 1904, 28, p. 416, 1 f.
- Microgromia levipes* n. sp. 1904, 28, p. 418, f. 1—4.
- Nadinella* nov. gen. 1899, 19, p. 82, Pl. 8, f. 6—10.
- Nadinella tenella* n. sp. 1899, 19, p. 82, Pl. 8, f. 6—10; 1902, 24, p. 462, f. 1—7; 1905, 33, p. 61, 1 f.
- Nebela bigibbosa* n. sp. 1890, 8, p. 161, Pl. 6, f. 85—97; 1903, 25, p. 259, f. 1—4; 1905, 34, p. 600, Pl. 13, f. 16—19; 1910, 53, p. 240, sans fig.; 1911, 54, p. 44, Pl. 5, f. 23.
- Nebela bursella* Vejdovsky var. *rotunda* n. var. Penard 1890, 8, p. 164, Pl. 7, f. 12—15.
- Nebela crenulata* n. sp. 1893, 13, p. 18, sans fig.; 1902, 24, p. 370, f. 1—5; cf. *N. dentistoma* 1890, 8, p. 162, Pl. 6, f. 98—100.
- Nebela dentistoma* n. sp. 1890, 8, p. 162, Pl. 6, f. 98—100, Pl. 7, f. 1—5; 1910, 53, p. 243, sans fig.; 1911, 54, p. 46, sans fig.; syn. *N. crenulata* 1893, 13, p. 18, sans fig.
- Nebela galeata* n. sp. 1890, 8, p. 161, Pl. 6, f. 78—84; 1902, 24, p. 360, f. 1—6.
- Nebela gracilis* n. sp. 1910, 52, p. 934, Pl. 8, f. 6, 7.
- Nebela griseola* n. sp. 1910, 53, p. 244, Pl. 23, F. 8 a—b; 1911, 54, p. 46, Pl. 5, f. 25 a—g.
- Nebela lageniformis* n. sp. 1890, 8, p. 158, Pl. 6, f. 50—61; 1902, 24, p. 355, f. 1—4; 1903, 25, p. 259, sans fig.; 1910, 53, p. 245, sans fig.; 1911, 54, p. 48, Pl. 5, f. 29; 1912, 59, p. 10, f. 1—3.
- Nebela longicollis* n. sp. 1890, 8, p. 158, Pl. 6, f. 45—49; 1910, 53, p. 245, sans fig.
- Nebela marginata* n. sp. 1902, 24, p. 359, f. 1—3.
- Nebela militaris* n. sp. 1890, 8, p. 164, Pl. 7, f. 16—22; 1902, 24, p. 368, f. 1—4; 1910, 53, p. 247, sans fig.; 1911, 54, p. 48, Pl. 5, f. 26 a—b.

- Nebela minor* n. sp. 1893, 13, p. 17, Pl. 3, f. 15, 16; 1902, 24, p. 352, f. 1, 2; 1910, 53, p. 247, sans fig.
- Nebela tenella* n. sp. 1893, 13, p. 18, Pl. 3, f. 8, 9; 1902, 24, p. 375, f. 1—3; 1911, 54, p. 49, sans fig.
- Nebela tubulosa* n. sp. 1890, 8, p. 159; 1902, 24, p. 354, f. 1—5; 1910, 53, p. 247, sans fig.
- Nebela vitraea* n. sp. 1899, 19, p. 43, Pl. 4, f. 5—16; 1902, 24, p. 372, f. 1—8; 1905, 33, p. 40, f. 1; 1905, 36, p. 600, sans fig.; 1911, 54, p. 50, sans fig.
- Pamphagus arcuatus* n. sp. 1902, 24, p. 440, f. 1—6; 1905, 33, p. 64 1 f.
- Pamphagus bathybioticus* n. sp. 1904, 28, p. 413, f. 1—6; 1905, 33, p. 66, 1 f.; cf. *Penardeugenia bathybiotica* (Pen.) Defl.
- Pamphagus hirsutus* n. sp. 1903, 25, p. 266, f. 10.
- Pareuglypha* nov. gen. 1902, 24, p. 492.
- Pareuglypha reticulata* n. sp. 1902, 24, p. 492, f. 1—4.
- Parmulina* nov. gen. 1902, 24, p. 206.
- Parmulina brucei* n. sp. 1912, 57, p. 245, f. 1—4.
- Parmulina cyathus* n. sp. 1902, 24, p. 207, f. 1—6; 1909, 50, p. 286, f. 1—7; 1910, 53, p. 249, sans fig.
- Pelomyxa Belevskii* n. sp. 1893, 13, p. 8, Pl. 3, f. 1—6; 1902, 24, p. 144, f. 1—3.
- Pelomyxa fragilis* n. sp. 1903, 28, p. 397, f. 1—4; 1905, 33, p. 7, f. 1.
- Pelomyxa paradoxa* n. sp. 1902, 24, p. 149, f. 1—6.
- Pelomyxa vivipara* n. sp. 1902, 24, p. 156, f. 1—5.
- Penardeugenia* Deflandre nom. nov. pro *Eugenia* Awerintzew 1906 non *Eugenia* auctor. plur.
- Penardeugenia bathybiotica* (Penard) comb. nov. syn. *Eugenia bathybiotica* (Pen.) Awer. 1906; syn. *Pamphagus bathybiotica* Penard 1904, 28, p. 413, f. 1—6; 1905, 33, p. 66, 1 f.
- Phryganella* nov. gen. 1902, 24, p. 418.
- Phryganella hemisphaerica* 1902, 24, p. 421, f. 1—5; syn. *Pseudodiffugia hemisphaerica* 1890, 8, p. 169, Pl. 7, f. 108—114; 1903, 25, p. 264, sans fig.; 1910, 53, p. 249, sans fig.; 1912, 59, p. 12, sans fig.
- Phryganella nidulus* n. sp. 1902, 24, p. 419, f. 1—4; 1908, 45, p. 449, Pl. 17, f. 1—3; 1910, 53, p. 249, sans fig.
- Phryganella paradoxa* n. sp. 1902, 24, p. 423, f. 1—6.
- Placocysta glabra* n. sp. 1906, 40, p. 133, Pl. 4, f. 11.
- Placocysta jurassica* n. sp. 1905, 34, p. 611, Pl. 14, f. 29, 30; 1910, 53, p. 250, sans fig.
- Placocysta lapponum* n. sp. 1917, 67, p. 23, Pl. 2, f. 32 à 35.
- Placocysta lens* 1902, 24, p. 514, f. 1—3; syn. *Euglypha lens* n. sp. 1899, 19, p. 78, Pl. 7, f. 20—24; 1905, 33, p. 56, 1 f.; 1905, 36, p. 603, sans fig.



- Plagiophrys parvipunctata* n. sp. 1902, 24, p. 442, f. 1—3; 1905, 33, p. 67, 1 f.
- Plagiophrys gracilis* n. sp. 1890, 8, p. 173, Pl. 7, f. 43—45; 1899, 19, p. 79, Pl. 7, f. 25, 26.
- Plagiopyxis* nov. gen. 1910, 52, p. 936.
- Plagiopyxis callida* n. sp. 1910, 52, p. 936, Pl. 8, f. 8—10; 1910, 53, p. 250, sans fig.; 1911, 54, p. 51, Pl. 6, f. 30 a—b.
- Plagiopyxis labiata* n. sp. 1910, 53, p. 251, Pl. 23, f. 11.
- Pontigulasia bigibbosa* n. sp. 1902, 24, p. 322, f. 1—4; 1905, 33, p. 35, 1 f.; 1905, 35, p. 600, sans fig.
- Pontigulasia bryophila* n. sp. 1902, 24, p. 324, f. 1—4; 1910, 53, p. 251, sans fig.
- Pontigulasia spectabilis* n. sp. 1902, 24, p. 318, f. 1—9.
- Pseudochlamys arcelloides* n. sp. 1904, 28, p. 409, f. 1—4.
- Pseudodiffugia Archeri* n. sp. 1901, 22, p. 238, sans fig.; 1902, 24, p. 456, f. 1—4; 1905, 33, p. 57, 1 f.
- Pseudodiffugia fascicularis* n. sp. 1902, 24, p. 453, f. 1—5.
- Pseudodiffugia caudata* n. sp. 1910, 52, p. 929, Pl. 8, f. 1.
- Pseudodiffugia hemisphaerica* n. sp. 1890, 8, p. 169, Pl. 7, f. 103—114; cf. *Phryganella hemisphaerica* 1902, 24, p. 421, f. 1—5.
- Pseudodiffugia horrida* n. sp. 1902, 24, p. 452, f. 1—5; 1905, 36, p. 604, f. 1—3.
- Pseudodiffugia sylvarum* n. sp. 1917, 67, p. 22, Pl. 2, f. 26 et 31.
- Pseudodiffugia virescens* n. sp. 1904, 28, p. 421, f. 1, 2.
- Pyxidicula cymbalum* n. sp. 1902, 24, p. 417, f. 1—4.
- Quadrula discoides* n. sp. 1893, 13, p. 14, Pl. 3, f. 20, 21; 1902, 24, p. 379, f. 1—9.
- Quadrula globulosa* n. sp. 1891, 10, p. 141, Pl. 2, f. 4; 1899, 19, p. 54, Pl. 5, f. 6; 1902, 24, p. 380, f. 1—2.
- Quadrula symmetrica* Schulze var. *irregularis* 1891, 11, p. 1073 sans fig.; 1911, 54, p. 51, Pl. 6, f. 31.
- Sphenoderia dentata* n. sp. 1890, 8, p. 185, Pl. 10, f. 41—50; 1891, 10, p. 149; 1902, 24, p. 523, f. 1—3; 1911, 54, p. 52, sans fig.
- Sphenoderia fissirostris* n. sp. 1890, 8, p. 184, Pl. 10, f. 30—40; 1902, 24, p. 523, f. 1, 2; 1910, 53, p. 253, sans fig.; 1911, 54, p. 52, sans fig.
- Trinema complanatum* n. sp. 1890, 8, p. 187, Pl. 11, f. 1—4; 1902, 24, p. 528, f. 1, 2; 1903, 25, p. 271, sans fig.; 1910, 53, p. 253, sans fig.
- Trinema lineare* n. sp. 1890, 8, p. 187, Pl. 11, f. 5—17; 1902, 24, p. 529, f. 1—4; 1903, 25, p. 272, sans fig.; 1910, 53, p. 254, sans fig.; 1912, 59, p. 13, sans fig.
- Trinema spinosum* n. sp. 1890, 8, p. 186, Pl. 10, f. 72—74.
- Vampyrella radiosa* n. sp. 1890, 8, p. 121, Pl. 1, f. 23—26.
- Vampyrella agilis* n. sp. 1890, 8, p. 122, Pl. 1, f. 27—31.

## HELIOZOA SENSU LATO

- Acanthocystis albida* n. sp. 1889, 4, p. 529, sans fig.; 1890, 7, p. 25, Pl. 1, f. 25.
- Acanthocystis erinaceus* n. sp. 1890, 7, p. 24, Pl. 1, f. 34; 1904, 29, p. 267, 1 f.; 1911, 54, p. 53, sans fig.
- Acanthocystis Lemani* n. sp. 1891, 10, p. 152, Pl. 2, f. 14—17; 1901, 23, p. 300, sans fig.; cf. *Raphidocystis Lemani* 1904, 29, p. 196, 1 f.
- Acanthocystis longiseta* n. sp. 1901, 23, p. 301, Pl. 16, f. 12, 13; 1904, 29, p. 251, 1 f.; 1905, 33, p. 82, 1 f.
- Acanthocystis ludibunda* n. sp. 1901, 23, p. 302, Pl. 16, f. 14, 15; 1904, 29, p. 260, 1 f.; 1905, 33, p. 84, 1 f.
- Acanthocystis mimetica* n. sp. 1904, 29, p. 229, f. 1—4.
- Acanthocystis myriospina* n. sp. 1890, 7, p. 23, Pl. 1, f. 30bis—32; 1901, 23, p. 301, pas de fig.; 1903, 25, p. 277, sans fig.; 1904, 29, p. 253, 1 f.
- Acanthocystis pantopoda* n. sp. 1904, 29, p. 255, 1 f.
- Acanthocystis pectinata* n. sp. 1890, 7, p. 24, Pl. 1, f. 33; 1904, 29, p. 258, 1 f.
- Acanthocystis rubella* n. sp. 1904, 29, p. 232, 1 f.; 1905, 33, p. 85, 1 f.
- Actinocoma* nov. gen. 1903, 26, p. 283.
- Actinocoma ramosa* n. sp. 1903, 26, p. 283, f. 1; 1904, 2, p. 303, f. 1; 1905, 33, p. 98, 1 f.
- Actinolphus capitatus* n. sp. 1890, 7, p. 16, Pl. 1, f. 11.
- Actinophrys sol* Ehr. var. *fusca* n. var. Penard 1904, 29, p. 113, 1 f.
- Actinophrys vesiculata* n. sp. 1901, 23, Pl. 16, f. 2—5; 1904, 29, p. 117, f. 1—3.
- Actinosphaerium arachnoideum* n. sp. 1904, 29, p. 137, 1 f.
- Actinosphaerium Eichhorni* Ehr. var. *majus* n. var. Penard 1904, 29, p. 130, 1 f.
- Actinosphaerium Eichhorni* Ehr. var. *viride* n. var. Penard 1901, 23, p. 287, Pl. 16, f. 7, 8; 1904, 29, p. 133, f. 1—3.
- Artodiscus* nov. gen. 1890, 7, p. 26, Pl. 1, f. 38bis—42.
- Artodiscus saltans* n. sp. 1890, 7, p. 26, Pl. 1, f. 38bis—42; 1903, 26, p. 286, f. 2; 1904, 29, p. 305, f. 1—3, 1905, 33, p. 99, 1 f.
- Astrodisculus laciniatus* n. sp. 1904, 29, p. 146, 1 f.; 1905, 33, p. 87, 1 f.
- Astrodisculus zonatus* n. sp. 1904, 29, p. 142, 1 f.
- Ciliophrys coerulea* n. sp. 1890, 7, p. 12, Pl. 1, f. 4—5.
- Ciliophrys hyalina* n. sp. 1890, 7, p. 10, Pl. 1, f. 1bis—3.
- Choanocystis* nov. gen. 1904, 29, p. 288.
- Choanocystis lepidula* n. sp. 1904, 29, p. 288, 1 f.
- Clathrella* nov. gen. 1903, 26, p. 293.
- Clathrella Foreli* n. sp. 1903, 26, p. 293, f. 4, 5; 1904, 29, p. 300, f. 1—6; 1905, 33, p. 103, f. 1—3.
- Diplocystis* nov. gen. 1890, 7, p. 25, Pl. 1, f. 36—37.

- Diplocystis gracilis* n. sp. 1890, 7, p. 25, Pl. 1, f. 36—37.  
*Hedriocystis reticulata* n. sp. 1904, 29, p. 284, f. 1—4.  
*Heterophrys teneila* n. sp. 1890, 7, p. 18, Pl. 1, f. 13—14.  
*Heterophrys glabrescens* n. sp. 1904, 29, p. 161, f. 1—6.  
*Heterophrys myriopoda* Archer var. *holochlora* n. var. Penard 1904, 29, p. 154, f. 1—4.  
*Lithocolla flavescens* n. sp. 1904, 29, p. 220, 1 f.; 1905, 33, p. 91, 1 f.  
*Multicilia palustris* n. sp. 1903, 26, p. 300, f. 6.  
*Myriophrys* nov. gen. 1897, 16, p. 1, 1 Pl. f.  
*Myriophrys paradoxa* n. sp. 1897, 16, p. 1, 1 Pl. f. 1—2; 1904, 29, p. 308, 1 f.  
*Nuclearia amphizonellae* n. sp. 1917, 67, p. 26, Pl. 2, f. 38, 40 à 44.  
*Nuclearia caulescens* n. sp. 1903, 25, p. 272, f. 12, 13; 1904, 29, p. 298, f. 1—3.  
*Pompholyxophrys ovuligera* n. sp. 1904, 29, p. 214, 1 f.  
*Raphidiophrys ambigua* n. sp. 1904, 29, p. 179, f. 1—3.  
*Raphidiophrys Brunii* n. sp. 1903, 25, p. 277, f. 14; 1904, 29, p. 185, 1 f.  
*Raphidiophrys coerulea* n. sp. 1904, 29, p. 187, 1 f.  
*Raphidiophrys glomerata* n. sp. 1901, 23, p. 297, Pl. 16, f. 9—11; syn. de *R. viridis* Archer 1867, sec. Penard 1904, 29, p. 165, f. 1—10.  
*Raphidiophrys intermedia* n. sp. 1904, 29, p. 183, f. 1.  
*Raphidiophrys symmetrica* n. sp. 1904, 29, p. 181, f. 1.  
*Raphidocystis* nov. gen. 1904, 29, p. 189.  
*Raphidocystis glutinosa* n. sp. 1904, 29, p. 199, f. 1—3.  
*Raphidocystis Lemani* 1904, 29, p. 196, 1 f.; syn. *Acanthocystis Lema-ni* n. sp. 1891, 10, p. 152, Pl. 2, f. 14—17; 1905, 33, p. 96, f. 1—8.  
*Raphidocystis stellata* n. sp. 1904, 29, p. 191, f. 1—3.  
*Raphidocystis tubifera* n. sp. 1904, 29, p. 193, 1 f.

## CILIATA

- Amphileptus utriculariae* n. sp. 1922, 77, p. 64, f. 67.  
*Aspidisca marsupialis* n. sp. 1922, 77, p. 241, f. 231.  
*Arachnidiopsis* nov. gen. 1918, 70, p. 283.  
*Arachnidiopsis paradoxa* n. sp. 1918, 70, p. 283, f. 83; 1922, 77, p. 314, f. 301.  
*Balantiophorus chaetophorae* n. sp. 1922, 77, p. 126, f. 128.  
*Balantiophorus mucicola* n. sp. 1922, 77, p. 127, f. 129.  
*Balladina viridis* n. sp. 1922, 77, p. 240, f. 229  
*Balantiidiopsis* nov. gen. 1922, 77, p. 15.  
*Balantiidiopsis muscicola* n. sp. 1922, 77, p. 15, f. 7, 8.  
*Bütschliella nymphaerum* n. sp. 1922, 77, p. 10, f. 2.  
*Bütschliella chaetogastri* n. sp. 1922, 77, p. 9, f. 1.  
*Carchesium corymbosum* n. sp. 1922, 77, p. 260, f. 247.



*Chilodon capucinus* n. sp. 1922, 77, p. 92, f. 96.  
*Chilodon geographicus* n. sp. 1922, 77, p. 95, f. 100.  
*Chilodon granulatus* n. sp. 1922, 77, p. 94, f. 99.  
*Chilodon turgidulus* n. sp. 1922, 77, p. 94, f. 98.  
*Cinetochilum impatiens* n. sp. 1922, 77, p. 152, f. 147.  
*Clathrostoma viminale* n. sp. 1922, 77, p. 143, f. 141, 142.  
*Condylostoma sphagni* n. sp. 1922, 77, p. 204, f. 202.  
*Condylostoma tardum* n. sp. 1922, 77, p. 202, f. 201.  
*Cothurnia castellensis* n. sp. 1914, 63, p. 59, Pl. 3, f. 9 à 11, 13, 14, Pl. 5, f. 11, 12.  
*Cothurnia ceratophylli* n. sp. 1922, 77, p. 291, f. 275.  
*Cothurnia chaperoni* n. sp. 1914, 63, p. 57, Pl. 2, f. 10—14 et 19, Pl. 5, f. 7, 8; 1922, 77, p. 291, f. 274.  
*Cothurnia doliolum* n. sp. 1914, 63, p. 56, Pl. 1, f. 1, 24, Pl. 5, f. 5, 6; 1922, 77, p. 290, f. 273.  
*Cothurnia lapponum* n. sp. 1922, 77, p. 293, f. 279.  
*Cothurnia regalis* n. sp. 1914, 63, p. 58, Pl. 3, f. 1 à 8, Pl. 5, f. 8, 9.  
*Cothurnia sediculus* n. sp. 1914, 63, p. 56, Pl. 2, f. 8, 9, Pl. 5, f. 3, 4; 1922, 77, p. 292, f. 276.  
*Cothurnia virgula* n. sp. 1914, 63, p. 60, Pl. 2, f. 15, 16, Pl. 5, f. 17, 18; 1922, 77, p. 293, f. 278.  
*Cothurniopsis dionysii* n. sp. 1914, 63, p. 61, Pl. 2, f. 17, 18, 20 à 22, Pl. 5, f. 13 à 16; 1922, 77, p. 298, f. 285.  
*Cothurniopsis elastica* n. sp. 1914, 63, p. 62, Pl. 3, f. 12 et 17, Pl. 5, f. 25, 26; 1922, 77, p. 300, f. 287.  
*Cothurniopsis minutissima* n. sp. 1914, 63, p. 63, Pl. 3, f. 15, 16, Pl. 5, f. 19 et 24; 1922, 77, p. 301, f. 288.  
*Cothurniopsis richtersi* n. sp. 1914, 63, p. 60, Pl. 4, f. 1 à 13, Pl. 5, f. 20, 21; 1922, 77, p. 297, f. 284.  
*Cranotheridium ariadnae* n. sp. 1922, 77, p. 33, f. 33.  
*Cranotheridium elongatum* n. sp. 1922, 77, p. 33, f. 32.  
*Cristigera fusiformis* n. sp. 1922, 77, p. 180, f. 179.  
*Cristigera minor* n. sp. 1922, 77, p. 179, f. 178.  
*Cristigera phoenix* n. sp. 1922, 77, p. 179, f. 177.  
*Cyclidium lanuginosum* n. sp. 1922, 77, p. 182, f. 182.  
*Cyclidium versatile* n. sp. 1922, 77, p. 183, f. 183.  
*Didinium armatum* n. sp. 1922, 77, p. 58, f. 61.  
*Dileptus tenuis* n. sp. 1922, 77, p. 79, f. 84.  
*Dileptus mucronatus* n. sp. 1922, 44, p. 80, f. 83.  
*Drepanomonas exigua* n. sp. 1922, 77, p. 168, f. 167.  
*Drepanomonas obtusa* n. sp. 1922, 77, p. 168, f. 166.  
*Drepanomonas revoluta* n. sp. 1922, 77, p. 169, f. 168, 169.  
*Enchelys diffugiatarum* n. sp. 1922, 77, p. 20, f. 14, 15.  
*Epalxis anatina* n. sp. 1922, 77, p. 165, f. 163.

- Epalxis antiquorum* n. sp. 1922, 77, p. 160, f. 156.  
*Epalxis discoidea* n. sp. 1922, 77, p. 163, f. 160.  
*Epalxis elliptica* n. sp. 1922, 77, p. 162, f. 158.  
*Epalxis exigua* n. sp. 1922, 77, p. 162, f. 159.  
*Epalxis flagellata* n. sp. 1922, 77, p. 164, f. 161, 162.  
*Epalxis mimetica* n. sp. 1922, 77, p. 161, f. 157.  
*Epalxis uncinata* n. sp. 1922, 77, p. 163, f. 161.  
*Epistylis racemosa* n. sp. 1922, 77, p. 263, f. 249.  
*Euplotes terricola* n. sp. 1922, 77, p. 240, f. 230.  
*Frontonia nigricans* n. sp. 1922, 77, p. 142, f. 140.  
*Frontonia parvula* n. sp. 1922, 77, p. 141, f. 139.  
*Gerda ambigua* n. sp. 1922, 77, p. 248, f. 236.  
*Glaucoma cylindricum* n. sp. 1922, 77, p. 124, f. 125.  
*Glaucoma duplicatum* n. sp. 1922, 77, p. 121, f. 122.  
*Glaucoma flexile* n. sp. 1922, 77, p. 120, f. 121.  
*Glaucoma myriophylli* n. sp. 1922, 77, p. 124, f. 126.  
*Glaucoma parasiticum* n. sp. 1922, 77, p. 122, f. 123.  
*Glaucoma rubescens* n. sp. 1922, 77, p. 119, f. 120.  
*Glaucoma sphagni* n. sp. 1922, 77, p. 126, f. 127.  
*Glaucoma spumosum* n. sp. 1922, 77, p. 123, f. 124.  
*Holophrya barbulata* n. sp. 1922, 77, p. 15, f. 6.  
*Holophrya saginata* n. sp. 1922, 77, p. 13, f. 4.  
*Holophrya sulcata* n. sp. 1922, 77, p. 14, f. 5.  
*Ileonema simplex* n. sp. 1922, 77, p. 54, f. 57.  
*Keronopsis* nov. gen. 1922, 77, p. 238.  
*Keronopsis helluo* n. sp. 1922, 77, p. 238, f. 228.  
*Lacrymaria cirrifera* n. sp. 1922, 77, p. 48, f. 49.  
*Lacrymaria clepsiniiformis* n. sp. 1922, 77, p. 48, f. 50.  
*Lacrymaria cucumis* n. sp. 1922, 77, p. 46, f. 47.  
*Lacrymaria trilineata* n. sp. 1922, 77, p. 47, f. 48.  
*Lacrymaria vorax* n. sp. 1922, 77, p. 44, f. 45.  
*Larvulina* nov. gen. 1922, 77, p. 173.  
*Larvulina variabilis* n. sp. 1922, 77, p. 173, f. 171, 172.  
*Larvulina zonata* n. sp. 1922, 77, p. 174, f. 173.  
*Legendrea bellerophon* n. sp. 1914, 65, p. 408, Pl. 12, f. 1—12; 1922, 77, p. 30, f. 29.  
*Legendrea crassa* n. sp. 1922, 77, p. 28, f. 25.  
*Legendrea interrupta* n. sp. 1922, 77, p. 32, f. 31.  
*Legendrea pes pelicani* n. sp. 1922, 77, p. 31, f. 30.  
*Legendrea porculus* n. sp. 1922, 77, p. 29, f. 27.  
*Legendrea simplex* n. sp. 1922, 77, p. 28, f. 26.  
*Lembus scaber* n. sp. 1922, 77, p. 185, f. 185.  
*Lionotus agilis* n. sp. 1922, 77, p. 67, f. 73.  
*Lionotus armillatus* n. sp. 1922, 77, p. 71, f. 76.

*Lionotus hirundo* n. sp. 1922, 77, p. 65, f. 70.  
*Lionotus impatiens* n. sp. 1922, 77, p. 66, f. 71.  
*Lionotus procerus* n. sp. 1922, 77, p. 69, f. 75.  
*Lionotus triqueter* n. sp. 1922, 77, p. 67, f. 72.  
*Lophophorina capronata* n. sp. 1922, 77, p. 96, f. 101.  
*Loxophyllum gammari* n. sp. 1922, 77, p. 75, f. 80.  
*Ludio* nov. gen. 1922, 77, p. 213.  
*Ludio parvulus* n. sp. 1922, 77, p. 213, f. 208.  
*Metacystis daphnicola* n. sp. 1922, 77, p. 230, f. 221.  
*Metacystis exigua* n. sp. 1922, 77, p. 230, f. 222.  
*Metacystis lagenula* n. sp. 1922, 77, p. 226, f. 219.  
*Metacystis recurva* n. sp. 1922, 77, p. 228, f. 220.  
*Metopus caudatus* n. sp. 1922, 77, p. 196, f. 195.  
*Metopus contractus* n. sp. 1922, 77, p. 197, f. 196.  
*Metopus cuspidatus* n. sp. 1922, 77, p. 198, f. 197.  
*Metopus vexilliger* n. sp. 1922, 77, p. 196, f. 194.  
*Microthorax scutiformis* n. sp. 1922, 77, p. 156, f. 152.  
*Microthorax spiniger* n. sp. 1922, 77, p. 156, f. 153.  
*Microthorax tridentatus* n. sp. 1922, 77, p. 155, f. 151.  
*Microthorax unguulatus* n. sp. 1922, 77, p. 154, f. 154.  
*Microthorax viridis* n. sp. 1922, 77, p. 153, f. 149.  
*Monochilium tessellatum* n. sp. 1922, 77, p. 118, f. 119.  
*Nassula protectissima* n. sp. 1922, 77, p. 88, f. 91.  
*Nassula pseudonassula* n. sp. 1922, 77, p. 89, f. 93.  
*Nassula sorex* n. sp. 1922, 77, p. 89, f. 92.  
*Prorodon abietum* n. sp. 1922, 77, p. 40, f. 41.  
*Prorodon cinereus* n. sp. 1922, 77, p. 41, f. 42.  
*Prorodon robustus* n. sp. 1922, 77, p. 39, f. 40.  
*Pyxidium aselli* n. sp. 1922, 77, p. 274, f. 260.  
*Pyxidium canthocampti* n. sp. 1922, 77, p. 277, f. 262.  
*Pyxidium curvicaule* n. sp. 1922, 77, p. 276, f. 261.  
*Opercularia protecta* n. sp. 1922, 77, p. 269, f. 256.  
*Ophrydium boreale* n. sp. 1922, 77, p. 283, f. 266.  
*Ophrydium crassicaule* n. sp. 1922, 77, p. 284, f. 267.  
*Ophrydiopsis concava* n. sp. 1922, 77, p. 278, f. 263.  
*Ophryoglena maligna* n. sp. 1922, 77, p. 149, f. 145.  
*Ophryoglena tigrina* n. sp. 1922, 77, p. 149, f. 144.  
*Ophryoglena viridis* n. sp. 1922, 77, p. 151, f. 146.  
*Rhabdostyla porculus* n. sp. 1922, 77, p. 269, f. 255.  
*Spathidium cithara* n. sp. 1922, 77, p. 27, f. 22.  
*Spathidium cultriforme* n. sp. 1922, 77, p. 25, f. 20.  
*Spathidium labeo* n. sp. 1922, 77, p. 27, f. 23.  
*Spathidium repandum* n. sp. 1922, 77, p. 27, f. 24.  
*Spathidium vermiforme* n. sp. 1922, 77, p. 26, f. 21.



- Spathidium viride* n. sp. 1922, 77, p. 25, f. 19.  
*Strobilidium humile* n. sp. 1922, 77, p. 218, f. 212.  
*Strombidium mirabile* n. sp. 1916, 66, p. 228, Pl. 8, f. 1—14; 1922, 77, p. 221, f. 215.  
*Tintinnidium ranunculi* n. sp. 1922, 77, p. 236, f. 226.  
*Trachelius subtilis* n. sp. 1922, 77, p. 83, f. 87.  
*Trachelophyllum falciforme* n. sp. 1922, 77, p. 52, f. 54.  
*Trachelophyllum fontinale* n. sp. 1922, 77, p. 00, f. 56.  
*Trachelophyllum pilosum* n. sp. 1922, 77, p. 52, f. 55.  
*Trichospira cincinnata* n. sp. 1922, 77, p. 110, f. 110.  
*Trochella mobilis* n. sp., 1922, 77, p. 199, f. 198.  
*Trochiliopsis opaca* n. sp. 1922, 77, p. 99, f. 103.  
*Uronema biceps* n. sp. 1922, 77, p. 114, f. 115.  
*Uronema dubium* n. sp. 1922, 77, p. 116, f. 116.  
*Uronema gemmuliferum* n. sp. 1922, 77, p. 111, f. 111.  
*Uronema microcrepis* n. sp. 1922, 77, p. 113, f. 114.  
*Uronema mirum* n. sp. 1922, 77, p. 112, f. 113.  
*Uronema simplex* n. sp. 1922, 77, p. 116, f. 117.  
*Uronema sociale* n. sp. 1922, 77, p. 112, f. 112.  
*Urotricha gracilis* n. sp. 1922, 77, p. 17, f. 9.  
*Urotricha parvula* n. sp. 1922, 77, p. 18, f. 10.  
*Urotricha pusilla* n. sp. 1922, 77, p. 19, f. 12.  
*Urotricha striata* n. sp. 1922, 77, p. 18, f. 11.  
*Vaginicola steineri* n. sp. 1914, 63, p. 65, Pl. 4, f. 16, 17, 18, 22, Pl. 5, f. 23, 28; 1922, 77, p. 303, f. 291.  
*Vasicola gracilis* n. sp. 1922, 77, p. 234, f. 224.  
*Vasicola grandis* n. sp. 1922, 77, p. 235, f. 225.  
*Vorticella chlamydophora* n. sp. 1922, 77, p. 259, f. 244.  
*Vorticella claudicans* n. sp. 1922, 77, p. 257, f. 243.  
*Vorticella dipneumon* n. sp. 1922, 77, p. 253, f. 240.  
*Vorticella muralis* n. sp. 1922, 77, p. 254, f. 241.  
*Vorticella mutans* n. sp. 1922, 77, p. 259, f. 245.

## TENTACULIFERA

- Choanophrya subsessilis* n. sp. 1920, 75, p. 173, f. 28.  
*Dendrosoma gammari* n. sp. 1920, 75, p. 190, f. 36.  
*Periacineta gammari* n. sp. 1920, 75, p. 153, f. 15.  
*Periacineta triangularis* n. sp. 1920, 75, p. 152, f. 14.  
*Physaliella* nov. gen. 1920, 73, p. 3—7.  
*Physaliella collini* n. sp. 1920, 73, p. 3—7, f. 1 à 14; 1920, 75, p. 225, f. 55, 56.  
*Podophrya comosa* n. sp. 1920, 75, p. 205, f. 45.  
*Podophrya palmigera* n. sp. 1920, 75, p. 204, f. 44.

- Solenophrya bulbacea* n. sp. 1920, 75, p. 159, f. 19.  
*Solenophrya calyciformis* n. sp. 1920, 75, p. 156, f. 17.  
*Solenophrya dubia* n. sp. 1920, 75, p. 157, f. 18.  
*Solenophrya flavescens* n. sp. 1914, 64, p. 291, f. 17—19; 1920, 75, p. 161, f. 21.  
*Solenophrya massula* n. sp. 1914, 64, p. 288, f. 11—14; 1920, 75, p. 162, f. 22.  
*Solenophrya micraster* n. sp. 1914, 64, p. 289, f. 15, 16.  
*Solenophrya sacculus* n. sp. 1914, 64, p. 285, f. 7—10.  
*Sphaerophrya doliolum* n. sp. 1920, 75, p. 209, f. 47.  
*Sphaerophrya natans* n. sp. 1920, 75, p. 212, f. 48.  
*Thecacineta caepula* n. sp. 1920, 75, p. 155, f. 16.  
*Tokophrya glomerata* n. sp. 1920, 75, p. 142, f. 7.  
*Tokophrya gracilipes* n. sp. 1920, 75, p. 143, f. 8.  
*Tokophrya muscicola* n. sp. 1914, 64, p. 278, f. 1, 2; 1920, 75, p. 145, f. 9.  
*Trichophrya lycoperdon* n. sp. 1920, 75, p. 182, f. 31.  
*Trichophrya melo* n. sp. 1920, 75, p. 183, f. 32.  
*Trichophrya myriophylli* n. sp. 1920, 75, p. 180, f. 30.

## ALGAE-CHLOROPHYCEA

- Phytelios loricata* n. sp. 1901, 21, p. 678, f. 1, 2, 3.

## ROTIFERA

- Diglena difflugiarum* n. sp. 1914, 62, p. 11, Pl. 1, f. 12, 13.  
*Floscularia ferox* n. sp. 1914, 62, p. 18, Pl. 1, f. 14—16.  
*Floscularia paradoxa* n. sp. 1914, 62, Pl. 1, f. 17—20.

# Le cilié heterotriche *Condylostoma tardum* Penard

par

E. FAURÉ-FREMIET

Collège de France et Laboratoire d'Hydrobiologie du C.N.R.S.  
à Gif s/Yvette.

Parmi les remarquables et précieuses observations patiemment rassemblées par E. PENARD et publiées en 1922 sous le titre „Etudes sur les Infusoires d'eau douce” on trouve (p. 202—204) la description d'une nouvelle espèce du genre *Condylostoma* dénommée *C. tardum* en raison de sa lourde et lente natation.

Selon le savant protistologiste genevois, *Condylostoma tardum* est un Infusoire sacciforme, arrondi en arrière, acuminé en avant, généralement plus large dans sa moitié antérieure, mesurant 200 à 250  $\mu$ ; les deux particularités caractéristiques de cette espèce sont: a) la présence sur le bord droit du péristome d'une „ligne de cils, très longs et très forts, et dont le dernier, beaucoup plus vigoureux encore que les autres, surmonte, comme une grosse soie tactile, l'extrémité acuminée de l'animal”; et b) un „appareil nucléaire toujours représenté par trois noyaux, ni plus ni moins, ronds, assez gros, chacun muni d'un tout petit micronucleus.”

La vésicule contractile postérieure atteint pendant la diastole un volume considérable. Le cytoplasma est ordinairement rempli de proies, et PENARD constate que dans chaque station ce Cilié „montre une prédilection marquée pour tel ou tel organisme vert; à Florissant, en janvier et février, c'était presque exclusivement des Chlorophycées rondes, en avril de grosses Euglènes; à Pinchat, de nouveau une Chlorophycée ronde, bien que les Desmidiées etc., fussent abondantes également; à l'Ariana, uniquement un *Gymnodinium* dont l'animal faisait une consommation phénoménale”.

PENARD s'étonne du fait „que cet Infusoire, de taille relativement considérable, n'ait pas été décrit jusqu'ici. Je l'ai trouvé”, ajoute-t-il, „dans quatre localités différentes et en toute saison; partout, il est vrai, très rare, sauf à Florissant où on l'obtenait sans difficulté”.



C'est sans doute la même espèce que A. KAHL décrit peu après sous le nom de *C. rostratum* (1926, p. 416, fig. W<sub>3</sub>); ce Cilié se nourrit d'Euglènes et de petits Infusoires; il montre, sur le côté droit du péristome, une courte rangée de 6 cirres longs, épais et recourbés, et possède trois noyaux sphéroïdes accompagnés chacun d'un micronucleus. Comme le remarque KAHL, *C. rostratum* ne diffère de *C. tardum* que par sa forme massive, et celle-ci ne dépend peut être que de la masse des ingesta, de sorte que plus tard, dans son grand ouvrage du „Tierwelt Deutschlands" (fascicule Spirotricha, 1932, p. 457), KAHL identifie *C. rostratum* à *C. tardum*; il note cependant que, indépendamment des deux caractères constants représentés par les „cirres frontaux" et les trois sphéroïdes macronucléaires, la forme et la taille du corps peuvent varier, chez cette espèce, dans une large mesure. C'est ainsi que des *Condylostoma* trouvés près de Hambourg dans une eau saumâtre (0,3% de NaCl), montraient les caractères typiques, mesuraient jusqu'à 250  $\mu$ , et ne différaient à la fois de la forme décrite par PENARD et de celle d'abord observée par KAHL, que par l'aspect du corps, nettement atténué postérieurement.

Un autre *Condylostoma* de forme allongée, de petite taille (100 à 130  $\mu$ ) trouvé dans un fossé près de Hambourg par KAHL (1932) apporte à cet auteur un cas plus difficile car, si ce Cilié possède les „cirres frontaux" caractéristiques de *C. tardum*, il ne montre que deux corps macronucléaires; d'où la proposition de le considérer comme une espèce distincte, dénommée *C. luteum*.

C'est encore à *C. tardum* que J. DRAGESCO 1956 identifie, en se fondant sur la présence de trois macronuclei sphériques, un *Condylostoma* trouvé dans le sable fin d'une plage du Lac Lemán; les „cirres frontaux" ne sont pas signalés chez cette forme.

J'ai trouvé, aux environs de Paris, dans l'eau récoltée sur le bord vaseux d'une mare située au Mesnil St Denis, de nombreux exemplaires d'un *Condylostoma* qui présente les caractères essentiels de *C. tardum*. Les individus observés mesuraient seulement 130 à 150  $\mu$  de haut, et l'aspect de leur corps fortement atténué postérieurement, rappelait la forme d'eau saumâtre décrite par KAHL; cet aspect si particulier était encore accentué par la torsion dissymétrique de l'ensemble du corps et le développement de la courbure dorsale. La présence de cinq à six grands „cirres frontaux" comme celle de trois macronuclei sphériques accompagnés chacun d'un micronucleus ne laissait aucun doute quant à l'identité de cet Infusoire et de *C. tardum* PENARD, tandis que ses particularités de forme confirmaient la variabilité reconnue par KAHL. La nourriture de ce *Condylostoma* était principalement constituée par de petites Euglènes.

La diversification des Ciliés de l'ordre Heterotrichida accuse, en

ce qui concerne l'appareil péristomien, plusieurs modes de transformations possibles; l'un de ces modes est propre au genre *Condyllostoma* et se caractérise par l'élargissement du péristome et par le développement corrélatif, entre la membrane parorale à droite, et la frange adorale à gauche et antérieurement, d'une surface glabre plus ou moins déprimée, de forme approximativement triangulaire; c'est à l'angle postérieur de cette aire péristomienne que se situe l'ouverture buccale.

Le genre *Condyllostoma* réunit plus de douze espèces qui diffèrent nettement et parfois fortement les unes des autres quant à leurs dimensions, leur forme générale et leur comportement, bien que le groupe reste parfaitement homogène à l'égard des caractères morphologiques précités. La question se pose dès lors de savoir si, parmi les caractères spécifiques de *C. tardum*, la présence de la rangée antérieure d'organites ciliaires décrits par PENARD et par KAHL comme „cirres frontaux” reste en accord avec les caractères du genre *Condyllostoma*, ou si elle n'est pas en contradiction avec l'homogénéité de ce groupe.

On remarquera tout d'abord que la réalisation, à partir de la ciliature somatique, d'organites ciliaires composés, tels que des cirres, est connue chez quelques Hétérotriches; citons les espèces du genre *Coenomorpha* dont la ciliature somatique comporte une rangée de cirres longs et grêles, et dont l'organisation s'apparente à celle des formes si curieusement différenciées constituant l'ordre des Ctenostomatida, plus correctement dénommés Odontostomatida (J. CORLISS 1956). Il paraît cependant nécessaire de reexaminer et de discuter le cas de *Condyllostoma tardum*, c'est-à-dire de préciser la situation des dits „cirres frontaux” relativement aux deux systèmes ciliaires: somatique et péristomien.

*C. tardum* compte malheureusement parmi les espèces qui s'imprègnent difficilement par les techniques à l'argent, de sorte qu'il est nécessaire de compléter les indications que celles-ci peuvent fournir sur l'infraciliature, avec les images ciliaires données par l'hématoxyline Delafield après fixation osmio-molybdique.

La ciliature somatique de *C. tardum* comporte 35 à 40 cinéties longitudinales, ou, plus exactement, légèrement hélicoïdes du fait de la torsion du corps. Les cinéties dorsales et latérales sont à peu près bipolaires, tandis que les ventrales se terminent antérieurement devant le bord externe de la frange des membranelles adorales. La série des „cirres frontaux” est insérée entre la première cinétie bipolaire droite et le bord de l'aire péristomienne; elle n'est pas en continuité avec une des cinéties somatique et semble, de ce fait, appartenir à la ciliature péristomienne.

Le péristome (voir la figure) occupe un peu plus du quart anté-

rieur de la face ventrale sous forme d'un espace approximativement triangulaire légèrement surplombé par un court promontoire polaire apical prolongeant la courbure de la face dorsale. L'ouverture buccale se situe en bas et vers la droite; à partir de celle-ci la frange des membranelles adoraies (F) s'élève obliquement vers la gauche au dessus de 9 à 10 cinéties somatiques, puis s'infléchit, par une courbe très prononcée, et se dirige antérieurement et à gauche vers la pointe apicale; elle compte, sur ce trajet, environ 22 larges membranelles triangulaires. Le bord droit de l'aire péristomienne est nettement dessiné par une lèvre légèrement incurvée, sur la face interne de laquelle s'insère une large membrane vibratile parorale (P).

Un examen attentif montre dès lors que la série des „cirres frontaux” est en continuité avec la frange des membranelles dont elle

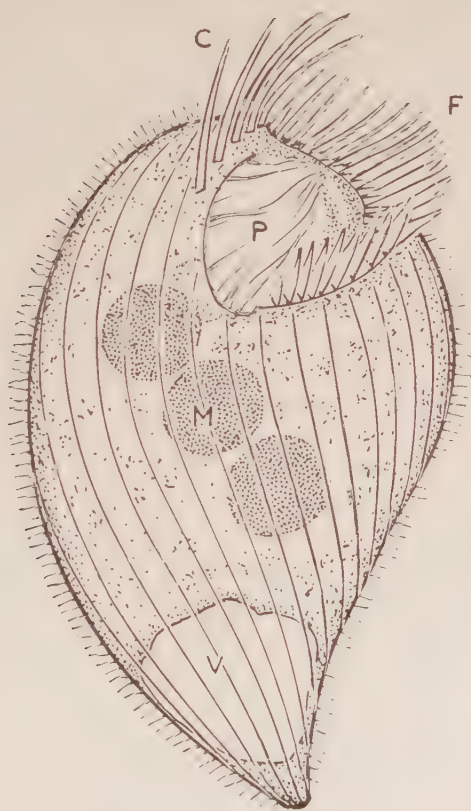


Figure 1. Aspect du *Condyllostoma tardum* PENARD provenant d'une localité des environs de Paris. Noter la torsion générale du corps dont l'extrémité postérieure est atténuée. F, frange adorale; P, membrane parorale; C, membranelles distales de la frange décrites comme „cirres frontaux”; V, vésicule contractile.



représente l'extrémité distale (ou antorale) contournant l'aire péristomienne et redescendant, sur le côté droit de celle-ci, entre la lèvre parorale et la première cinétie somatique bipolaire. Les descriptions de PENARD et de KAHL restent parfaitement exactes, et le terme de „cirres frontaux” définit très exactement un aspect dû à la différenciation des cinq ou six dernières membranelles de la frange adorale. Celles-ci sont en effet deux fois plus longues que les autres membranelles triangulaires, beaucoup plus étroites, apparemment indépendantes dans leurs mouvements rares et irréguliers, et présentent l'aspect caractéristique de cirres, auxquels on serait tenté de supposer un rôle sensoriel, possiblement tactile, comme le suggère E. PENARD.

La différenciation plus ou moins accentuée des membranelles distales de la frange adorale est un fait dont on trouve d'autres exemples chez les Ciliés Hétérotriches et Hypotriches; dans le cas du *Condyllostoma tardum*, on doit retenir que les caractères particuliers de cette espèce, si clairement décrits par le minutieux observateur genevois, ne sont pas en contradiction avec ceux du genre *Condyllostoma*. En effet, les dits „cirres frontaux” ne résultent pas d'une différenciation qui, réalisée aux dépens de la ciliature somatique, représenterait un caractère nouveau, appartenant au type de structure Hypotriche.

Les membranelles adorales des Hétérotriches sont déjà des organites ciliaires composés, dont la forme et la dimension diffèrent suivant qu'ils appartiennent aux régions buccales, moyenne ou terminale de la frange; les cinq ou six membranelles „cirriformes” de *C. tardum* montrent un aspect plus accentué de cette différenciation.

## RÉSUMÉ

*Condyllostoma tardum* PENARD est une espèce d'eau douce caractérisée par la présence de trois macronuclei accompagnés chacun d'un micronucleus, et par la différenciation des cinq ou six membranelles distales de la frange adorale, qui s'allongent et présentent l'aspect de cirres jouant peut-être un rôle tactile. La forme du corps admet d'assez larges variations.

## BIBLIOGRAPHIE

- CORLISS, J. O. - 1956 - On the evolution and systematics of Ciliated Protozoa; *Systemat. Zool.*, 5, 68—91, 121—140.  
 DRAGESCO, J. - 1956 - Les Ciliés mésopsammiques littoraux. (Systématique, morphologie, écologie); Thèse Faculté des Sciences, Paris.  
 KAHL, A. - 1926 - Neue und wenig bekannte Formen der holotrichen und heterotrichen Ciliaten; *Arch. f. Protistenk.*, 55, 197—438.  
 ——— 1935 - Wimpertiere oder Ciliata; In: Tierwelt Deutschlands.  
 PENARD, E. - 1922 - Etudes sur les Infusoires d'eau douce; Genève.

# Le cilie condylostoma tenuis n. sp. et son algue symbiote.

par

E. FAURÉ-FREMIET  
(Collège de France, Paris).

*Condylostoma tenuis* n. sp. se distingue des autres espèces du même genre par sa forme mince et grêle, et par la présence constante, dans son cytoplasme, d'une Algue symbiote appartenant au groupe des Chlamydomonadales.

## 1. LE CILIE

*C. tenuis* est un Cilié psammobie; il a été rencontré en assez nombreux exemplaires, dispersé dans un sable fin de la plage de Mousterlin, près de Concarneau, en compagnie de diverses espèces de *Trachelocerca*, de *Centrophorella* et de *Geleia*. De forme très allongée, le corps de cet Infusoire mesure en extension 200 à 400  $\mu$  de long, 26 à 30  $\mu$  de large, et moins de 15  $\mu$  d'épaisseur; très contractile, il se raccourcit brusquement à la moitié de sa longueur sous l'effet de quelque excitation mécanique ou chimique, cette déformation étant compensée par l'épaississement de la région moyenne. Le péristome occupe, sur une longueur de 55 à 60  $\mu$  la partie antérieure de la face ventrale; il montre le type d'organisation caractéristique du genre, étant limité à gauche par la frange des membranelles adorales qui se replie antérieurement presque à angle droit et se termine au niveau du bord droit, et à droite par une très large membrane ondulante parorale. La bouche s'ouvre au fond de la dépression péristomienne dans un court infundibulum sur la paroi duquel l'extrémité orale de la frange de membranelles dessine presque un tour de spire.

L'extrémité postérieure du corps s'atténue progressivement en une longue pointe.

La ciliature somatique comporte une vingtaine de cinéties longitu-

dinales; cinq à six d'entre elles se terminent antérieurement sur le bord externe de la frange adorale, les autres courant presque toutes de l'un à l'autre pôle.

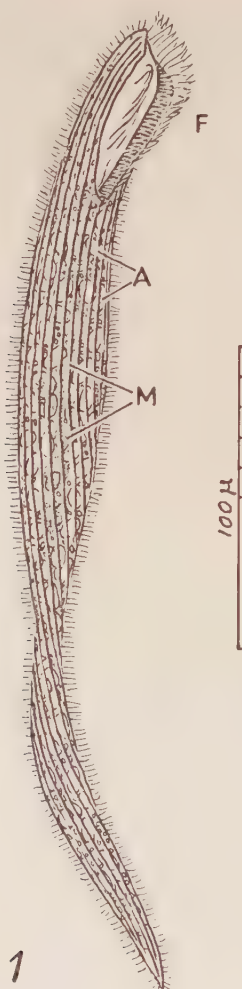


Fig. 1. *Condylostoma tenuis*. Aspect du Cilié vivant. F, frange adorale bordant le péristome. N, chapelet des nodules macronucléaires. A, Algues symbiotes.

Entre les cinéties, la surface ectoplasmique apparaît gaufrée par une série de petites crêtes transversales qui s'accroissent fortement au cours de la contraction.

Le macronucleus moniliforme est formé de six à dix articles sphériques; il existe au moins deux ou trois micronuclei.



Le cytoplasma de *C. tenuis* renferme de nombreuses Algues vertes monocellulaires; bien distinctes des ingesta par le fait qu'elles ne sont jamais incluses dans une vacuole colorable par le rouge neutre; ces Algues sont réparties dans presque toute la masse du corps, sauf au niveau du péristome; leur nombre est variable, souvent très élevé et leur qualité de symbionte est attestée à la fois par leur multiplication, les images de division n'étant point rares, et par l'absence de formes dégénérées ou en voie de digestion.

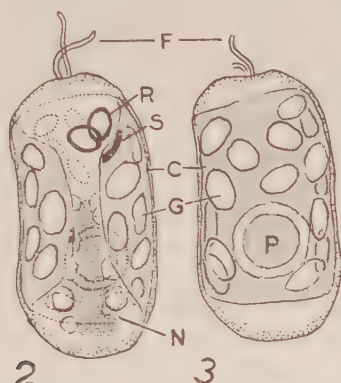


Fig. 2. Le symbionte Chlamydomonadien vu par la face ventrale.  
Fig. 3. idem, vu par la face dorsale. F, flagelles; N, noyau de forme irrégulière; C, chromoplaste pariétal contenant le pyrenoïde P, et des grains amyloïdes G; S, stigma, avec les corps réfringents R.

Entre ces symbiontes on observe d'autre part de très nombreux corpuscules ovalaires mesurant 1 à 2  $\mu$  fortement colorables par la réaction de McManus-Hotchkiss, et teinté en brun rougeâtre par l'iode avec la gomme iodo-iodurée; ce sont des corps de réserve polysaccharidiques qui, après diffuence du Cilié, se gonflent quelque peu au contact de l'eau.

Il existe enfin quelques vacuoles digestives, que le rouge neutre met aussitôt en évidence, et qui renferment de petits organismes: Bactéries, Flagellés, Diatomées.

*C. tenuis* nage lentement en tournant autour de son axe; son corps flexible est alors légèrement incurvé ou spiralé, la face ventrale toujours concave. Il peut aussi glisser sur les interfaces grâce au thigmotactisme de sa ciliature ventrale. Généralement dissimulé entre les grains de sable ou parmi les flocons de détritus organiques, il est facilement démasqué si l'on agite le sédiment en présence d'une eau de mer additionnée d'un léger excès de chlorure de magnésium, ce sel diminuant son adhésivité (E. FAURÉ-FREMIET 1950). Sa ténuité le laisserait cependant peu visible si la couleur verte que lui com-

munique son Algue symbiote ne le signalait aussitôt à l'observateur.

La forme grêle de cette espèce psammique évoque, en beaucoup plus petit, l'aspect de certains exemplaires très allongés du *C. remanei* KAHL (*C. caudatum* SPIEGEL) dont il diffère d'autre part par la présence de l'Algue symbiote.

## 2. L'ALGUE SYMBIOTE

Les Algues symbiotes mesurent environ 10  $\mu$  de long sur 6  $\mu$  de large; leur forme approximativement ovoïde, laisse distinguer une extrémité antérieure marquée par la troncature du gros bout et l'implantation probable de deux flagelles; une extrémité postérieure arrondie; une face ventrale à peu près plate portant le stigma dans sa moitié antérieure; une face dorsale légèrement convexe.

Le chloroplaste, lamellaire et pariétal, s'étale largement sous la surface dorsale et se replie latéralement en laissant entre ses deux bords droit et gauche un espace libre ventral, longitudinal ou oblique. Dans l'épaisseur de ce chloroplaste un et plus souvent deux pyrénoides sont bien visibles par la réfringence de leur enveloppe polysaccharidique dont le diamètre atteint 3 à 4  $\mu$ . Fortement colorée en rouge par la réaction de Mc Manus-Hotchkiss cette enveloppe est teintée en brun gris et non pas en bleu par la gomme iodoiodurée. La masse centrale, contractée par les réactifs fixateurs, est de nature protéique et se colore nettement par le bleu de bromophénol mercurique. Il existe encore dans le chloroplaste, et aussi dans le cytoplasme de l'Algue, des corps polysaccharidiques elliptiques donnant les mêmes colorations que l'enveloppe des pyrénoides.

Le stigma est constitué par une petite écaille pigmentaire rouge, de forme irrégulière, parfois repliée en V, accompagné de deux corps épistigmatiques ellipsoïdes, réfringents et biréfringents. Les corps épistigmatiques restent visibles chez les symbiotes isolés dans l'eau de mer après diffusion du Cilié; la dessication les préserve comme on peut s'en assurer par un examen en lumière polarisée; par contre ils disparaissent très rapidement sous l'action de l'eau pure et des réactifs aqueux, sauf en présence de la gomme iodo-iodurée qui les conserve (sans les colorer). L'alcool et les solvants en général ne les dissolvent pas. L'incinération pratiquée au four Policard ne laisse aucune trace qui puisse leur être attribuée.

L'anisotropie optique des corps épistigmatiques réfringents les distingue aussitôt des inclusions polysaccharidiques précitées; de plus ils restent parfaitement incolores dans la gomme iodo-iodurée et la réaction de McManus-Hotchkiss effectuée en milieu alcoolique les fait disparaître en tant que corps biréfringents et ne montre à leur

place aucune apparence de corps colorés. La solution alcoolique de bleu de bromophénol mercurique ne conserve que très irrégulièrement ces corps et ne donne qu'à leur périphérie une teinte bleue incertaine. Il apparaît ainsi que la nature des corps épistigmatiques reste indéterminée; ils sont probablement constitués par une substance organique labile, et si l'hypothèse d'un lipide peut être éliminé d'après les tests de solubilité, on doit reconnaître que les réactions colorées des protides et des polysaccharides sont en défaut et n'apportent aucune évidence en faveur de l'une ou de l'autre de ces interprétations possibles.

Le noyau, bien coloré par la réaction de Feulgen est situé ventralement dans la moitié postérieure du corps; comprimé entre les grains polysaccharidiques, il apparaît souvent sous un aspect lamellaire.

Les individus isolés dans l'eau de mer après diffuence de leur hôte montrent presque toujours, à l'examen en contraste de phase ou en fond noir, la présence de deux courts prolongements flexueux et immobiles insérés à la partie antérieure du corps au dessus du stigma. Il s'agit probablement de deux courts flagelles non fonctionnels.

La rigidité du corps des symbiontes atteste l'existence d'une membrane; la forme du chloroplaste, la présence du stigma et celle, probable, de deux flagelles permettent de considérer cette Algue symbiote comme une forme voisine des *Chlamydomonas*.

### 3. REMARQUES

La symbiose de Chlorophycées unicellulaires avec des Ciliés n'est point rare et l'on sait que ces Algues ne sont pas obligatoirement des Chlorelles (CHODAT 1924); la présence de symbiontes chlamydomonadiens a été reconnue chez une espèce d'eau douce, *Strombidium mirabile* (PENARD 1916) et chez une espèce marine: *Strombidium oculatum* (FAURÉ-FREMIET 1948). Le cas de *Condylostoma tenuis* en apporte un nouvel exemple.

L'association semble remarquablement équilibrée, car la multiplication du symbiote chlamydomonadien dans le cytoplasme du Cilié est attestée par la présence des stades de division, tandis que l'on n'observe pas les formes de dégénérescence ou de destruction qui accusent, chez les deux *Strombidium* précités, la digestion des Algues en excès. Il apparaît d'autre part que *Condylostoma tenuis* n'est pas un gros mangeur, car il ne contient jamais que peu de vacuoles digestives; cependant ce Cilié accumule dans son cytoplasma une grande quantité de globules polysaccharidiques. Bien que de semblables réserves se rencontrent chez d'autres espèces dépourvues de symbiontes chlorophylliens, on peut supposer que le mé-



tabolisme photosynthétique de l'Algue est, ici, à l'origine de cette accumulation. On notera seulement que les corps polysaccharidiques de l'Infusoire diffèrent apparemment de ceux de l'Algue par la coloration brun rouge et non plus brun grisâtre qui leur est communiquée par l'iode, et qu'ils se gonflent plus vite et plus fortement que les seconds au contact de l'eau.

## BIBLIOGRAPHIE

- CHODAT, R. - 1924 - Sur les organismes verts qui vivent en symbiose avec les Turbellariées rhabdocèles; *C. R. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, 41, 130—1.
- CHODAT, R. & CHODAT, F. - 1924 - A propos du centenaire du *Protococcus viridis*; *C. R. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, 41, 105—108.
- FAURÉ-FREMIET, E. - 1948 - Le rythme de marée du *Strombidium oculatum* GRUBER; *Bull. Biol. France et Belgique*, 82, 1—21.
- KEEBLE, F. & GAMBLE, F. W. - 1907 - The origin and nature of the green cells of *Convoluta roscoffensis*; *Quart. Journ. Micr. Sci.*, 51, 167—219.
- KEEBLE, F. - 1910 - Plant-animals, a study in symbiosis. Cambridge Manuals of Sci. and Lit. 1910
- PENARD, E. - 1916 - Le *Strombidium mirabile*; *Mem. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, 38, 227—251.
- 1920 - Observations sur le *Strombidium viride* STEIN; *Rev. Suisse Zool.*, 28, 1—9.
- WESENBERG-LUND, C. - 1909 - Beiträge zur Kenntnis des Lebenszyklus der Zoochlorellen; *Int. Rev. Hydrobiol.*, 2, 153—162.

# De l'influence, sur les algues d'eau douce, des produits de décomposition spontanée des substances organiques d'origine animale et végétale

par

MARCEL LEFÈVRE et GISÈLE FARRUGIA

Centre de Recherches Hydrobiologiques du C.N.R.S.

Les recherches d'écologie basées uniquement sur les facteurs physiques et la composition chimique *minérale* des collections d'eau sont loin d'avoir, jusqu'ici, donné des résultats satisfaisants.

Des observateurs entraînés et parfaitement consciencieux travaillant des questions semblables, dans des collections d'eau différentes, parviennent à des résultats dissemblables voir même diamétralement opposés.

Ainsi, FLINT (1950) suivant la périodicité des Algues dans un réservoir en fonction de la teneur de l'eau en silice, nitrates et phosphates arrive à la conclusion que les *Cyanophycées demandent beaucoup de phosphore*.

KOMAROVSKY (1951), au contraire, étudiant les Algues présentes dans des bassins de pisciculture fertilisés par engrais chimiques et organiques, conclue que les *phosphates sont sans action sur les Cyanophycées*.

Certains auteurs croient pouvoir affirmer que les *Dinobryon* ne peuvent se développer dans les collections d'eau naturelles que si la teneur de celles-ci en phosphore est très faible: 0,0005 mg/l.

Or, nous avons observé personnellement en Sologne des développements massifs de *Dinobryon* dans des collections d'eau où la teneur en  $P_2O_5$  était de 0,5 à 0,6 mg/l, c'est à dire environ mille fois plus forte.

On pourrait citer de semblables exemples à propos des nitrates.

Aussi, S. VILLERET (1955) écrit-il dans son travail „Contribution à la biologie des Algues des tourbières à Sphaignes”:

„Nous sentons déjà que la composition chimique des eaux telle que la décèlent les analyses à un moment donné est insuffisante pour caractériser une station en dehors des cas extrêmes. Aussi la recherche hydrobiologique s'oriente actuellement dans l'étude des échanges vase-eau qui apparaissent primordiaux pour expliquer les qualités des eaux”.

Les recherches biologiques récentes et les observations suivies effectuées dans la nature nous conduisent alors à attacher aux composés *organiques* dissous une importance très grande en tant que facteurs écologiques, importance qui, jusqu'ici ne semble pas avoir été suffisamment prise en considération.

A ce sujet, l'exemple de certaines espèces d'Algues se développant massivement au point de pouvoir former „fleur d'eau” et éliminant, par leurs sécrétions, à peu près toutes les autres espèces, est particulièrement significatif (LEFÈVRE, JAKOB, NISBET, 1952).

Tous ceux qui se sont livrés à la culture clonique des Algues *in vitro* ont pu observer les faits suivants:

il est possible de cultiver au laboratoire, dans un même milieu synthétique, un certain pourcentage des Algues récoltées dans un biotope défini: une tourbière à *Sphagnum*, par exemple. Par contre les autres espèces de ce même biotope se refusent obstinément à pousser.

Si on cultive ces Algues, réfractaires au milieu synthétique, dans l'eau filtrée provenant de la tourbière même où on les avait récoltées, elles se multiplient parfaitement pendant plusieurs jours, plusieurs semaines ou même plusieurs mois, jusqu'à apparition du phénomène d'autoantagonisme.

Mais, si au lieu d'employer l'eau de tourbière filtrée, on emploie l'eau de tourbière autoclavée ou même simplement bouillie, la multiplication des Algues réfractaires au milieu synthétique devient presque toujours impossible.

Ceci prouve bien que la chaleur a détruit certains composés organiques, dont la présence est absolument indispensable à la multiplication de ces espèces, composés qu'elles ne trouvent pas dans le milieu synthétique.

On observe également qu'un grand nombre d'Algues se multiplient bien lorsqu'on leur fournit uniquement des sels minéraux et des oligo-éléments, mais qu'elles fournissent de bien meilleures cultures lorsqu'on y ajoute des composés organiques: peptones, extraits de levures ou même simplement décoctions de muscinées ou phanérogames aquatiques.

Certaines Algues n'ont jamais pu, jusqu'ici, être cultivées en milieux synthétiques: il faut se résoudre à employer des extraits de terre, de terreau et surtout de vase ou de tourbe.



Encore faut-il souvent prendre la précaution de préparer les extraits à froid, la chaleur détruisant les substances organiques indispensables.

Toutes les substances organiques ne sont évidemment pas favorables à toutes les espèces d'Algues: on ne rencontre, par exemple, jamais de Desmidiacées dans les mares siliceuses de fermes polluées par les déjections animales, alors qu'elles abondent dans les mares siliceuses de forêts, de mêmes dimensions, polluées par des détritux végétaux.

Les substances organiques présentes dans les collections d'eau naturelles proviennent de plusieurs sources: destruction des tissus morts animaux et végétaux par les Bactéries et les Champignons inférieurs, excréments des plantes cryptogames et phanérogames, excréments animaux.

Ces matières organiques sont, soit libérées dans les collections d'eau elles-mêmes, soit introduites par les eaux d'infiltration et de ruissellement.

Ceci explique pourquoi, par exemple, la végétation algale d'une mare siliceuse de plaine est très différente de celle d'une mare siliceuse de forêt, les eaux d'alimentation lavant et entraînant dans ces mares des substances organiques très dissemblables.

Les multiples origines des composés organiques dissous dans les eaux naturelles, la méconnaissance presque complète dans laquelle nous sommes de leur nature, leur interférence avec les substances minérales, rendent évidemment bien difficile l'interprétation de leur action en tant que facteurs écologiques.

Aussi, le présent travail n'a-t-il qu'une bien modeste prétention:

- a) montrer que les produits de décomposition spontanée des êtres organisés ont une réelle action sur la multiplication des Algues.
- b) que cette action est différente suivant qu'on utilise des substances d'origine animale ou d'origine végétale.
- c) qu'elle est spécifique.
- d) qu'elle peut entraîner chez les Algues des modifications morphologiques et cytologiques.

## TECHNIQUE EMPLOYEE

Dans une fiole d'Erlenmeyer, bouchée coton, contenant un litre et demi d'eau bidistillée, nous avons, après lavage à l'eau distillée, introduit deux goujons (*Gobio fluviatilis*) et nous les avons laissé se décomposer à une température de 25—28° C jusqu'à liquéfaction à peu près complète.

Dans une seconde fiole identique à la première, nous avons laissé

se décomposer dans les mêmes conditions un poids d'Algues (*Cladophora glomerata*) sensiblement égal à celui des goujons.

Poissons et Algues provenaient de la même pièce d'eau.

L'expérience avait été mise en route le 4/3/1955. Les produits de décomposition ne commencèrent à être étudiés que le 27/6/1955.

Ces produits furent d'abord filtrés sur membranes bactériologiques et passèrent parfaitement clairs.

Il fut alors procédé à leur analyse chimique dans les conditions suivantes:

dosage global des matières oxydables par le permanganate (matières dites: „organiques”) au moyen d' $\text{MnO}_4\text{K}^{\text{N}}_{80}$ , à chaud, en milieu alcalin;

dosage des phosphates par formation du complexe phosphomolybdique et réduction par l'acide aminonaphtolsulfonique (méthode de DENIGES);

dosage des nitrates par l'acide sulfophénique (méthode de GRANDVAL et LAJOUX);

dosage des nitrites par l'acide sulfanilique et naphtylamine „ (méthode de GRIESS).

Les résultats de ces analyses furent les suivants:

Corps dosés	Produits de décomposition des goujons (en mg/litre)	Produits de décomposition des <i>Cladophora</i> (en mg/litre)
Matières organiques en oxygène emprunté au permanganate	55	33,5
Phosphates (en $\text{PO}_4$ )	125	1,5
Nitrates (en $\text{NO}_3$ )	traces	traces
Nitrites (en $\text{NO}_2$ )	1,64	3,28
Ammoniaque	Non dosé, mais présence certaine en grosse quantité, vu odeur	Présence certaine vu odeur.

Nous nous trouvions donc en présence de produits riches en matières organiques dissoutes, en azote et en phosphore et qui paraissaient aptes à fournir une multiplication correcte d'Algues d'eau douce sans aucune addition de sels minéraux.

En effet, dans les collections d'eau naturelles, les éléments considérés habituellement comme limitants: phosphore et azote, n'existent souvent qu'à l'état de traces, ce qui permet cependant une multiplication moyenne des Algues.

Mais, et c'était surtout là le côté le plus intéressant de l'expé-

rience, il fallait préciser le rôle des matières organiques: les substances libérées par la décomposition bactérienne étaient-elles favorables ou inhibitrices pour les Algues? L'action était-elle semblable avec les produits de décomposition animale et végétale? Existait-il des seuils d'action? L'action était-elle spécifique?

Pour répondre à ces questions, nous avons procédé de la façon suivante:

Tout d'abord, nous avons cherché à nous rapprocher le plus possible des conditions naturelles. Dans les mares et étangs la quantité de substances oxydables par le permanganate varie de 1 à 30 mg/l environ.

Nous avons dilué nos produits de décomposition animale et végétale avec de l'eau distillée de façon à obtenir deux séries de milieux contenant respectivement 1—2—3—5—7—10 mg/l de matières organiques dissoutes.

De petites boîtes de Pétri stériles furent garnies chacune de 10 cm<sup>3</sup> de ces diverses dilutions et inoculées avec des Algues de groupes divers en provenance de cultures cloniques. Des témoins furent établis dans des boîtes semblables, les Algues étant inoculées dans leur milieu synthétique habituel, connu au laboratoire sous le nom de „L + C”.

Les espèces suivantes furent essayées:

*Cosmarium Lundellii*, *C. obtusatum*, *Pediastrum clathratum* var. *punctulatum*, *Selenastrum minutum*, *Scenedesmus oahuensis*, *Phormidium uncinatum*, *Nitzschia palea*.

Dans la première expérience, les substances issues de la décomposition végétale furent utilisées seules.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 1.

Leur examen appelle les remarques suivantes:

Les seuls produits de décomposition spontanée de *Cladophora* permettent, même à la très faible dose d'1 mg/l et sans aucune addition de sels minéraux, la multiplication et le développement d'un certain nombre d'Algues appartenant à divers groupes: Protococcales, Desmidiacées Diatomées.

L'action de ces produits de décomposition est spécifique. Ils sont nettement favorisants pour *Cosmarium obtusatum*, *Nitzschia palea*, par exemple et, au contraire, peu favorables à *Cosmarium Lundellii* et *Scenedesmus oahuensis*.

L'action, bonne ou mauvaise, peut croître régulièrement de 1 à 10 mg/l.

C'est le cas de *Cosmarium obtusatum* et de *Selenastrum minutum*.

Elle peut, au contraire, pour certaines espèces, présenter un seuil. Ainsi, à la faible dose de 1 mg/l, les produits de décomposition de



TABLEAU 1

Espèces essayées	1 mg/l—V	2 mg/l—V	3 mg/l—V	5 mg/l—V	7 mg/l—V	10 mg/l—V
<i>Cosmarium Lundellii</i>	Très médiocre développement	Très médiocre développement	Très médiocre développement	Très médiocre développement	Très médiocre développement	Très médiocre développement
<i>Cosmarium obtusatum</i>	Bon développement	Bon développement	Très bon développement	Très bon développement	Très bon développement	Excellent développement (meilleur que témoin)
<i>Pediatrum claritatum</i>	Développement meilleur que dans témoin	Développement meilleur que dans témoin	Développement meilleur que dans témoin	Très mauvais développement	Presque toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes
<i>Selenastrum minutum</i>	Très faible développement	Assez bon développement	Assez bon développement	Assez bon développement	Assez bon développement	Bon développement
<i>Phormidium uncinatum</i>	Très faible développement	Très faible développement	Faible développement	Faible développement	Faible développement	Faible développement
<i>Nitzschia palea</i>	Développement un peu meilleur que dans témoin	Développement meilleur que dans témoin	Développement meilleur que dans témoin	Développement meilleur que dans témoin	Développement meilleur que dans témoin	Développement bien meilleur que dans témoin
<i>Scenedesmus oahuensis</i>	Aucun développement	Très faible développement	Très faible développement	Très faible développement	Très faible développement	Très faible développement

*Cladophora* provoquent déjà un développement de *Pediastrum clathratum* meilleur que dans le témoin; mais à 5 mg/l, il y a inversion de l'effet: l'action devient défavorable et d'autant plus défavorable que la dose augmente, puisqu'à 10 mg/l toutes les cellules sont mortes.

De cette première expérience nous pouvons donc tirer les conclusions suivantes:

*La décomposition spontanée des Cladophora libère des substances nutritives susceptibles, à elles seules, de fournir de bonnes cultures de certaines espèces d'Algues.*

*Mais cette décomposition provoque en même temps l'apparition de substances toxiques capables d'inhiber ou même de détruire d'autres espèces.*

*L'action favorable peut s'inverser au delà d'une certaine dose: elle présente alors un seuil.*

*L'action est spécifique.*

La seconde expérience a porté sur les substances issues de la décomposition spontanée de poissons, c'est à dire sur les substances organiques dissoutes d'origine animale.

Le tableau 2 résume les résultats obtenus.

Nous enregistrons ici des résultats identiques aux précédents:

Les substances organiques dissoutes d'origine animale sont capables, à dose faible et sans apport de sels minéraux auxiliaires, de fournir de bonnes cultures pour certaines Algues.

Par contre, aux mêmes doses, elles sont abiotiques pour d'autres espèces.

Leur action est donc spécifique.

Comme pour les substances organiques d'origine végétale on observe un seuil au dessus duquel l'action favorisante est inversée.

## COMPARAISON ENTRE L'ACTION DES SUBSTANCES ORGANIQUES D'ORIGINE VEGETALE ET CELLE DES SUBSTANCES ORGANIQUES D'ORIGINE ANIMALE SUR LES ALGUES

L'action des substances organiques d'origine animale est nettement plus énergique que celle des substances organiques d'origine végétale.

L'aspect macroscopique des cultures le montre très bien: lorsque l'action est favorisante, la masse d'Algues obtenue pour un même dosage de matières organiques est bien plus importante dans le premier cas que dans le second.

Espèces essayées	1 mg/l—A	2 mg/l—A	3 mg/l—A	5 mg/l—A	7 mg/l—A	10 mg/l—A
<i>Cosmarium Lundellii</i>	Bon développement-comparable au témoin	Très bon développement comme témoin	Très bon développement comme témoin	Nombreuses cel. mortes-encore quelques multiplications	Très peu de cellules vivantes	Toutes cellules mortes
<i>Cosmarium obtusatum</i>	Multiplications, mais anomalies de la division	Métiocre multiplication, et cellules mal formées	Multiplications mais contenu cellulaire en mauvais état (agglomérats)	Cellules peu nombreuses mais parfaitement normales	Pas de multiplications, presque toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes
<i>Pediastrum clathratum</i> var. <i>punctulatum</i>	Très mauvais développement	Toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes
<i>Selenastrum minutum</i>	Aucun développement	Très faible développement	Bon développement	Très bon développement	Très faible développement	Toutes cellules mortes
<i>Phormidium uncinatum</i>	Développement moyen, mais fragmentation exagérée des filaments	Développement moyen, mais filaments moins fragmentés	Bonne multiplication comparée au témoin	Moins bon développement qu'à 3 mg/l	Toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes
<i>Nitzschia palea</i>	Développement très médiocre	Développement très médiocre	Développement très médiocre	Développement moyen-cellules bien constituées	Toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes
<i>Scenedesmus oahuensis</i>	Faible développement	Bon développement	Très bon développement	Très bon développement	Bon développement	Métiocre développement



De plus, l'inversion de l'action sur les Algues, pour les substances organiques d'origine animale, a lieu pour des doses bien inférieures à celles observées pour les substances d'origine végétale.

Ainsi, presque toutes les espèces essayées sont tuées à 7 mg/l de matières organiques animales alors qu'à 10 mg/l de matières d'origine végétale certaines Algues présentent encore des développements supérieurs au témoin.

Enfin à dosage égal, les réserves de substances actives sont plus importantes lorsqu'elles sont d'origine animale que lorsqu'elles sont d'origine végétale: les premières permettent une multiplication importante pendant plusieurs mois, les secondes pendant seulement quelques semaines.

### ACTION SIMULTANEE DES SUBSTANCES ORGANIQUES D'ORIGINE VEGETALE ET D'ORIGINE ANIMALE

Dans une seconde série d'expériences, nous avons étudié l'action simultanée des substances organiques d'origine végétale et d'origine animale sur les Algues.

Avec les produits utilisés dans la première série, nous avons composé des milieux renfermant parties égales de matières organiques animales et végétales, mais ne renfermant toujours au total qu'1, 2, 3, 5, 7, 10 mg/l de matières organiques.

Le milieu No 3, par exemple contenait 1,5 mg/l de matières organique végétale - 1,5 mg/l de matière organique animale.

Les résultats obtenus sur les Algues utilisées dans la série précédente sont donnés dans le tableau 3.

Ces résultats, comparés à ceux fournis par les expériences de la première série, montrent que, même après mélange, chaque type de substance conserve son action spécifique propre.

Ainsi, les substances organiques d'origine animale utilisées seules favorisaient nettement *Cosmarium Lundellii* entre 1 et 3 mg/l. Associées aux matières organiques végétales elles conservent cette action favorable mais jusqu'à 1,5 mg/l seulement parce que leur action est freinée par l'antagonisme des substances végétales défavorables.

Les substances d'origine végétale avaient, au contraire une action favorisante croissante de 1 à 10 mg/l sur *Cosmarium obtusatum*.

Associées aux substances animales, antagonistes pour cette espèce, elles perdent leurs propriétés favorisantes dès 1,5 mg/l et les substances d'origine animales continuent à provoquer dans les cultures des anomalies de la division (cellules doubles) comme lorsqu'elles étaient employées seules.

<i>Cosmarium Lundellii</i>	Nombreuses multiplications comparable au témoin	Meilleur développement que dans témoin	Très inférieur au témoin. Présence de cellules mortes	Très mauvais. Très nombreuses cellules mortes	Presque toutes cellules mortes	Toutes cellules
<i>Cosmarium obtusatum</i>	Nombreuses multiplications mais anormales de la division	Bon développement, un peu meilleur que témoin	Mauvais-cellules en mauvais état. Nombreuses cellules mortes	Cellules vivantes vert foncé. Très nombreuses cellules mortes	Toutes cellules mortes	Toutes cellules
<i>Pediastrum clathratum</i> var. <i>punctulatum</i>	Très peu multiplié. Nombreuses cellules mortes	Très peu multiplié. Nombreuses cellules mortes	Pas de multiplication. Cénobes à cellules hypertrophiées	Quelques multiplications	Très médiocre développement	Toutes cellules mortes
<i>Selenastrum minutum</i>	Très bien multiplié. Comparable au témoin	Bonne multiplication	Assez bonne multiplication	Assez bonne multiplication	Médiocre multiplication	Toutes cellules mortes
<i>Phormidium uncinatum</i>	Bon développement. Comparable au témoin	Bon développement. Comparable au témoin	Assez bon développement	Développement médiocre	Mauvais développement. Filaments jaunes et lisses	Toutes cellules mortes
<i>Nitzschia palea</i>	Bon développement comparable au témoin	Bon développement. Cellules en amas	Médiocre développement. Quelques cellules mortes	Toutes cellules mortes	Toutes cellules mortes	Toutes cellules
<i>Scenedesmus oahuensis</i>	Développement moyen, inférieur au témoin	Mauvais développement. Quelques cellules mortes	Mauvais développement	Très mauvais développement	Mauvais développement	Très mauvais développement

En ce qui concerne *Nitzschia palea*, les substances organiques d'origine végétale employées seules avaient sur cette espèce une action favorisante croissante et très puissante.

A 1,5 mg/l les substances animales exercent une action antagoniste déjà suffisante pour freiner le développement et même provoquer la mort de quelques cellules.

Ces expériences établissent donc:

qu'en l'absence de sels minéraux d'origine exogène, les seuls produits de décomposition des animaux et des végétaux ont une action très nette et souvent très énergique sur la multiplication des Algues, que cette action est spécifique,

qu'elle est due à des substances organiques actives issues du métabolisme des bactéries et probablement aussi des champignons inférieurs,

que, même mélangées, les substances organiques d'origine végétale et animale conservent sur les Algues l'action spécifique propre à chacune d'elles avec cependant parfois une certaine correction, le résultat final (mort des cellules ou au contraire excellente culture) étant déterminé par la substance la plus énergique.

## ADDITION DES SUBSTANCES DE DECOMPOSITION A UN MILIEU NUTRITIF MINERALISE

Nous avons cru indispensable ensuite d'étudier l'influence sur les Algues des substances de décomposition ajoutées à un milieu minéral, en l'occurrence notre milieu de base L + C dans lequel nous cultivons depuis plus de 25 ans de très nombreuses espèces d'Algues.

Voici la composition de ce milieu:

NO <sub>3</sub> K	100 mg/l
PO <sub>4</sub> K <sub>2</sub> H	40 mg/l
SO <sub>4</sub> Mg	30 mg/l
(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca	100 mg/l
Fe <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub>	traces
Extrait de terre	7,5 cm <sup>3</sup>
Extrait de <i>Sphagnum</i>	7,5 cm <sup>3</sup>
Eau bidistillée	1.000 cm <sup>3</sup>

Dans cette troisième série d'essais nous avons ajouté aux boîtes de Pétri contenant 10 cm<sup>3</sup> de L + C, 2 cm<sup>3</sup> de produits de décomposition plus ou moins concentrés de façon que le milieu final contienne, comme dans les essais précédents 1, 2, 3, 5, 7, 10 mg/l de substance organique de décomposition.

Les mêmes espèces d'Algues provenant des mêmes cultures furent inoculées.

Les résultats obtenus font ressortir une identité à peu près absolue entre l'action des substances organiques lorsqu'elles sont utilisées seules et lorsqu'elles sont ajoutées au milieu minéral.

En effet, les matières organiques d'origine végétale se sont montrées antagonistes de *Cosmarium Lundellii*, antagonisme allant jusqu'à la destruction partielle pour 7 et 10 mg/l.

Elles se sont au contraire montrées très favorisantes pour *Cosmarium obtusatum*. L'action est croissante jusqu'à 10 mg/l. A 2 mg/l la multiplication est déjà supérieure à celle du témoin.

Pour *Nitzschia palea*, l'action favorisante des matières organiques d'origine végétale est également continue et telle qu'à la dose de 10 mg/l, la multiplication a été environ 6 fois supérieure à celle du témoin.

Pour *Scenedesmus oahuensis* et *Pediastrum clathratum* var. *punctulatum*, l'action antagoniste des substances de décomposition s'est maintenue malgré la présence des sels minéraux. Cependant, on constate une très légère amélioration en ce sens qu'à 10 mg/l *Pediastrum clathratum* n'est pas détruit, mais seulement inhibé.

L'identité d'action des matières organiques d'origine animale lorsqu'elles sont employées seules ou lorsqu'elles sont accompagnées de sels minéraux se vérifie également d'une manière parfaite.

Les „seuils" même sont respectés. Ainsi, l'action est favorisante et croissante pour *Cosmarium Lundellii* entre 1 et 3 mg/l, puis à partir de 5 mg/l l'action est inversée et à 10 mg/l presque toutes les cellules sont détruites.

Même observation sur *Phormidium uncinatum*: le maximum de croissance est obtenu à 3 mg/l puis décroît. A 10 mg/l le développement est très mauvais.

Cependant on observe, dans l'ensemble, comme pour les matières organiques d'origine végétale, une très légère atténuation de l'effet antagoniste: à 10 mg/l la destruction des cellules n'est pas toujours totale.

## REACTIONS DES CELLULES AUX SUBSTANCES ACTIVES DE DECOMPOSITION

Lorsqu'une substance organique de décomposition n'est pas favorable à la végétation d'une espèce d'Algue, celle-ci peut réagir morphologiquement et cytologiquement.

Nous ne savons rien sur le mécanisme de ces réactions. Nous avons simplement effectué quelques observations se rapportant aux

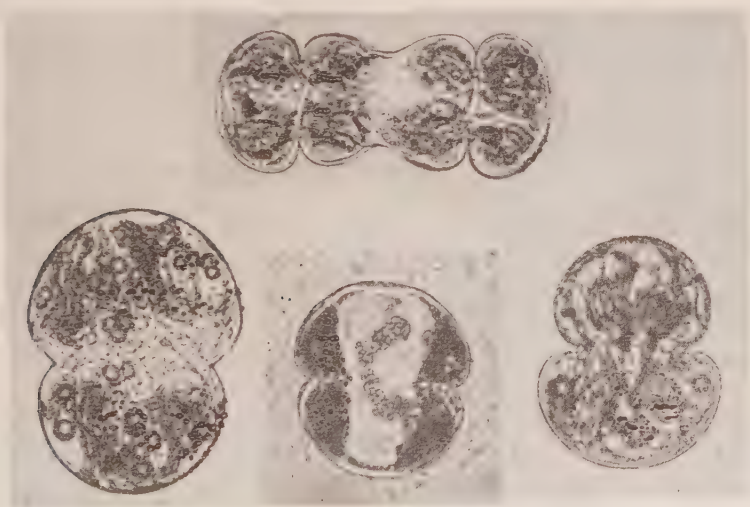


modifications visibles sur les cellules à l'examen microscopique direct.

Nous avons vu que les produits de décomposition de *Cladophora* ne permettaient qu'une très médiocre multiplication de *Cosmarium Lundellii*. Cette médiocre multiplication n'est pas due à une mauvaise nutrition car les cellules sont gorgées de corpuscules trépidants et d'autant plus gorgées que la teneur du milieu en substance organique est plus élevée.

Dans ce cas la substance active agit donc par ralentissement de la cadence de division sans entraver la nutrition.

Les produits de décomposition animale permettent au contraire une très bonne multiplication du même *Cosmarium Lundellii* jusqu'à 3 mg/l. A 5 mg/l on observe de nombreuses cellules mortes et à 7 mg/l le nombre des cellules restées vivantes est très restreint. Mais, dans ces cellules vivantes on observe une modification des corpuscules trépidants dont le diamètre augmente énormément et qui, de ce fait ne sont plus soumis aux mouvements browniens.



#### EXPLICATION DES FIGURES

En haut: action des substances organiques d'origine animale à 1 mg/l sur *Cosmarium obtusatum*

En bas, au centre: action des mêmes substances à 3 mg/l sur le même *Cosmarium*

En bas, à droite: condensation en gros globules des substances de réserve chez *Cosmarium Lundellii* sous l'action des substances organiques d'origine animale à 7 mg/l

En bas, à gauche: effets sur *Cosmarium Lundellii* des substances d'origine animale et végétale mélangées à 7 mg/l.

L'action simultanée des produits de décomposition végétale et animale se traduit, toujours chez *Cosmarium Lundellii*, comme suit:  
à 1 et 2 mg/l la multiplication est bonne, comparable au témoin en milieu L + C,

à 3 mg/l apparaît déjà une hypertrophie des corpuscules trépidants,  
à 5 mg/l et 7 mg/l, les dimensions des corpuscules trépidants sont maxima; les pyrénoides disparaissent. Tout se passe comme si les corpuscules trépidants grossissaient aux dépens des pyrénoides.  
L'amidon des pyrénoides ne disparaît qu'en dernier.

à 10 mg/l toutes les cellules sont mortes.

Comme nous l'avons vu précédemment, les substances de décomposition n'ont pas sur *Cosmarium obtusatum* la même action que sur *Cosmarium Lundellii*.

En effet, les substances organiques végétales seules permettent une très bonne multiplication de *C. obtusatum* sans aucune réaction morphologique ou cytologique. A 10 mg/l la croissance est supérieure à celle du témoin en L + C.

Au contraire, les substances organiques d'origine animale seules provoquent chez cette espèce de nombreuses réactions.

A 1 mg/l les cellules se multiplient bien mais avec de nombreuses anomalies: cellules filles non séparables, doubles ou triples.

à 2 mg/l on observe une médiocre multiplication et des cellules mal formées, immaturées, monstrueuses.

à 3 mg/l la multiplication est assez active, mais on note une augmentation très forte du volume des vacuoles tandis que les corpuscules trépidants s'agglomèrent en chaînes.

## CONSEQUENCES PROBABLES DANS LES COLLECTIONS D'EAU NATURELLES DES PHENOMENES OBSERVES IN VITRO

Lorsqu'on observe pendant de longues années le peuplement algal de collections d'eaux naturelles stagnantes, mares et étangs, on s'aperçoit que ce peuplement évolue considérablement sans qu'aucune cause *extérieure* soit venue perturber les facteurs physicochimiques de ces stations.

On assiste à de nombreuses introductions d'espèces qui y étaient autrefois inconnues, mais aussi à la *disparition* de nombreuses espèces qui semblaient y être parfaitement installées.

L'apparition d'espèces peut s'expliquer facilement. Elles peuvent être introduites à l'état sporadique par le vent, les animaux ou l'homme et se développer si elles trouvent des conditions satisfaisantes à l'arrivée.

Mais la disparition d'espèces installées depuis plusieurs années

et se multipliant activement s'expliquait, jusqu'ici, plus difficilement.

Nous avons bien montré dernièrement que les Algues secrétaient des substances actives et que, lorsque certaines d'entre elles se développaient massivement, elles étaient capable de détruire la quasi totalité de la microflore de la station, mais on remarque également des disparitions d'espèces dans des stations où aucun développement massif d'Algue n'a jamais été observé.

On sait, d'autre part, que la grande majorité des collections d'eau stagnantes abandonnées à elles-mêmes évoluent vers l'eutrophisation. Mais, qui dit eutrophisation, dit par là-même accumulation de matières organiques, de détritux végétaux et animaux qui, attaqués par les bactéries et les champignons inférieurs, libèrent des produits de décomposition identiques à ceux dont nous venons d'étudier l'action sur les Algues.

Il est donc bien évident que, plus un étang avance en âge, plus la quantité de matières organiques solubles libérées par les fermentations bactériennes est importante.

Or, nous venons de montrer que ces substances sont actives sur les Algues, soit favorisantes, soit inhibitrices ou même destructrices et que leur action présentait souvent un seuil.

Il est donc possible que, pendant une certaine période de la vie d'un étang, les substances de décomposition, libérées en quantité modérée, aient une action favorisante sur la multiplication de certaines espèces, puis que, plus tard l'augmentation de la teneur de l'eau en ces mêmes substances — conséquence de l'eutrophisation naturelle — renverse l'action qui, de favorisante devient abiotique et provoque la disparition totale des espèces considérées.

On peut du reste remarquer que l'évolution de la microflore des étangs s'accélère de plus en plus au fur et à mesure que ceux-ci s'ensavent, c'est-à-dire que l'épaisseur de la couche de matière putrescible (surtout d'origine végétale) augmente.

De quelque coté qu'on envisage la question — et les expériences faisant l'objet du présent travail le prouvent une fois de plus — on ne peut que conclure à une influence capitale des substances métaboliques issues des Algues, des Bactéries et des Champignons inférieurs sur la présence et la prolifération des êtres aquatiques.

C'est pourquoi, pensons-nous, les recherches modernes doivent s'orienter vers la connaissance de ces substances actives, leur détermination chimique, les conditions dans lesquelles elles sont libérées, leurs propriétés biologiques sur les plantes et les animaux aquatiques.

Les techniques que nous avons utilisées au cours de ce travail seront probablement vivement critiquées par certains à qui il paraîtra extravagant d'expérimenter avec des substances aussi peu

définies que des produits globaux de décomposition spontanée et sur des cultures d'Algues non bactériologiquement pures.

Les substances actives que nous étudions sont évidemment fournies par les excréta des Bactéries ayant dégradé la matière organique solide. Les actions que nous observons sont dues à un complexe d'excréta fournis par plusieurs espèces de Bactéries et dont les propriétés sont peut-être plus ou moins opposées: ce que nous observons sont des résultats globaux mais dont l'étude, même sous cette forme élémentaire, présente un intérêt parce qu'ils représentent exactement ce qui se passe dans la nature à la suite d'une grosse mortalité de poissons ou de zooplancton dans un étang, lors de la décomposition d'une fleur d'eau ou même en fin d'automne, lors de la destruction massive des phanérogames.

Le but de nos recherches est bien de tenter d'expliquer les phénomènes observés dans les collections d'eau *naturelles*.

*Or, la Nature ne travaille pas en cultures pures.*

Vouloir extrapoler aux biotopes naturels, si complexes, les résultats d'expériences de laboratoire effectuées avec des cultures bactériologiquement pures et des substances chimiques isolées, conduit à des conclusions manifestement erronées.

La preuve en est que, la plupart du temps, les résultats de telles expériences de laboratoire ne se vérifient pas dans la nature.

Prouver au laboratoire que telle espèce d'Algue est susceptible d'utiliser tel ou tel acide aminé, telle ou telle substance de croissance ne signifie nullement qu'elle se comporte de même dans la nature où elle a à sa disposition, non plus un composé chimique unique et défini, mais un complexe de substances, les unes favorisantes, les autres inhibitrices, dont elle subit simultanément les actions.

Loin de nous la pensée, cependant, de nier l'utilité et la nécessité de l'expérimentation au laboratoire: nous en usons d'ailleurs très largement, et elle fournit des renseignements précieux.

Mais nous pensons que, devant le peu de résultats positifs fournis jusqu'ici par les méthodes de travail utilisées dans les recherches d'écologie des êtres aquatiques et particulièrement des Algues, il conviendrait de modifier ces méthodes.

L'influence énorme, peut-être même prépondérante, des composés organiques en écologie n'est plus à démontrer. L'éminent Algologue G. M. SMITH l'a bien reconnu puisqu'il a écrit dès 1933: „Organic compounds dissolved in the water affect the nature of the algal flora, but the problem is so complex that it is impossible to determine their effect upon the flora”.

Or, combien d'algologues écologistes ont-ils jusqu'ici recherché, dans les collections d'eau naturelles, la présence et la nature des composés *organiques* dissous?



Ce qui pouvait être considéré en 1933 comme „impossible” par G. M. SMITH est devenu possible en 1956 grâce aux méthodes récentes d'analyse fine: chromatographie, électrophorèse.

Il sera probablement possible, par exemple, dans un proche avenir, lorsqu'on constatera dans une collection d'eau un début de développement massif d'une espèce d'Algue, d'effectuer une analyse suffisamment précise de l'eau pour y déceler la présence d'un certain nombre de composés organiques susceptibles de provoquer cette prolifération.

A ce moment interviendront les essais de laboratoire (en cultures pures et milieux définis, pour déterminer la ou le complexe de substances effectivement responsable du phénomène.

Restera alors à déterminer le ou les responsables de la production de ces substances actives: Bactéries (aérobies ou anaérobies de la vase), Algues d'autres espèces ayant proliféré antérieurement, phanérogames, voire même zooplancton.

Il est bien évident que la tâche apparaît longue et ardue et ne peut être menée à bien que par équipes de spécialistes.

Mais nous pensons sincèrement que, seule une méthode de travail approchant de ce schéma, serait susceptible de fournir des résultats valables et définitifs.

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- CHU, S. P. - 1943 - The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planctonic Algae; *J. Ecol.* 32, N° 2, 109—148.
- FLINT, E. A. - 1950 - An investigation of the distribution in time and space of the Algae of a British water reservoir; *Hydrobiologia*, 2, 3.
- HUTCHINSON, G. E. - 1944 - Limnological studies in Connecticut — VII — An initial examination of the supposed relationship between Phytoplankton periodicity and chemical changes in Lake Waters; *Ecol.*, 25, N° 1, 3—26.
- KOMAROVSKY, B. - 1953 - A comparative study of the Phytoplankton of Several fish ponds in relation to some of the essential chemical constituents of the water; *Bull. Research Council* 7, Israël, 2, 4.
- LEFEVRE, M, JAKOB, H. NISBET, M. - 1952 - Auto. et Heteroantagonisme chez les Algues d'eau douce; *Ann. de la Stat. Centr. d'Hydrob. appliquée*, T. IV. 1—198.
- VILLERET, S. - 1955 - Contribution à la Biologie des Algues des Tourbières a Sphaignes, *Thèse doct., Rennes*.

# Neue und wenig bekannte Flagellaten aus dem Hausersee (Schweiz)

Von

H. R. CHRISTEN

(Winterthur, Schweiz)

Im Laufe der vor einiger Zeit begonnenen limnologischen Untersuchungen kleinerer Seen der Nordostschweiz habe ich in den letzten Jahren Biologie und Chemismus des Hausersees bei Andelfingen (Kt. Zürich, Schweiz) eingehend zu bearbeiten begonnen. Der Hausersee ist ein kleiner (Oberfläche 8,5 ha) und nur 12 m tiefer See und, wie die Angaben von THOMAS (1949) schliessen lassen, auf natürliche Weise stark eutrophiert. Eine eingehende Untersuchung versprach daher interessante Ergebnisse, insbesondere, da ja kleinere Seen unserer Gegend im allgemeinen wenig untersucht sind. Da speziell die Nannoplankter unserer Seen verhältnismässig wenig bekannt sind, habe ich seit letztem Jahr regelmässig auch Schöpfproben aus verschiedenen Tiefen zentrifugiert und womöglich sofort lebend untersucht. Besonders zahlreiche Untersuchungen habe ich seit letztem Herbst und vergangenen Winter über durchgeführt, um vor allem die Winterformen zu studieren. Die vorliegende Arbeit berichtet über einige dabei gefundene, neue oder seltene Flagellaten. Die chemischen Untersuchungen am Hausersee sind noch im Gange; ihre Ergebnisse, die vollständige Planktonliste und die Diskussion der Biologie des Sees müssen daher einer späteren, ausführlicheren Arbeit vorbehalten bleiben.

Es mag vielleicht überraschen, dass auch in Seen eines limnologisch im grossen Ganzen doch recht gut untersuchten Gebietes noch manche seltene Art zu beobachten ist oder gar Neufunde zu machen sind. Voraussetzung dafür ist aber in erster Linie die Untersuchung von Lebendmaterial, denn gerade die Flagellaten werden durch die gewöhnlichen Fixierungsmittel in der Regel so stark verändert, dass eine genaue Bestimmung unmöglich ist. Zur raschen Orientierung über die Geisselverhältnisse habe ich allerdings vielfach auch Proben mit Jodjodkali fixiert, welches zudem die äussere

Form z.B. von Cryptomonaden recht gut erhält. Da die Zellen mancher Arten (vor allem *Cryptomonas erosa* mit ihren Varietäten) das Zentrifugieren nur schlecht ertragen und dabei oft stark deformiert werden oder platzen, wurden immer auch Schöpfproben an Ort und Stelle fixiert und erst später zentrifugiert. — Die Zeichnungen wurden alle aus freier Hand angefertigt, weil die Beweglichkeit vieler Organismen die Verwendung von Zeichenapparaten verunmöglicht.

Ich möchte nicht versäumen, Herrn Dr. G. HUBER-PESTALOZZI in Zürich und Herrn Prof. Dr. H. SKUJA in Uppsala für ihre Ratschläge und Hinweise zu danken. Für die Ueberlassung von Apparaten bin ich Herrn Priv.-Doz. Dr. E. THOMAS und Herrn Prof. Dz. O. JAAG zu grossem Dank verpflichtet. Meinem Freunde, Herrn Dr. E. KRAMER sowie Herrn BINDER, Jagdaufseher, danke ich für ihre stete Hilfsbereitschaft, welche mir meine Untersuchungen weitgehend überhaupt ermöglicht.

### 1. CRYPTOPHYCEAE

Einen Hauptanteil des Nannoplanktons des Hausersees während der kälteren Jahreszeit machen verschiedene Arten der Gattung *Cryptomonas* aus. Auch unter dem Eis können Cryptomonaden sehr reichlich vorkommen; so zählte ich am 23. Jan. 1957 unter einer etwa 18 cm dicken Eisdecke 1340 *Cryptomonas*-Zellen im ccm. Die häufigste Cryptomonade ist *Cr. erosa* nebst var. *reflexa*; auch *Cr. obovata*, *rostratiformis*, *Marssonii* u.a. sind z.T. recht zahlreich vorhanden. Wie schon erwähnt, ertragen vor allem die Formen aus der *erosa*-Gruppe das Zentrifugieren im lebenden Zustand nicht gut, sodass zum Studium dieser Formen fixiertes Material verwendet werden muss. Durch Jodlösung wird die äussere Form der Zellen nur wenig verändert; die in lebenden Zellen meist reichlich vorhandenen Stärkekörner verdecken aber oft den inneren Bau völlig. Zweckmässigerweise hält man das Material einige Tage im Dunkeln vor der Fixierung, wobei dann die Stärke aufgezehrt wird.

Unter den Cryptomonaden des Hausersees fiel mir schon im Sommer in einzelnen Exemplaren eine ziemlich kleine, sehr kurze, ja manchmal fast kugelige Form auf. Im frischen Präparat waren die Zellen jeweils in mässiger Bewegung, platzten aber nach einiger Zeit und starben ab. Erst im Spätherbst fand ich die Monade häufiger, nun auch in mit Jodjodkali fixiert Proben. Es zeigte sich, dass sie (trotz gewisser Ähnlichkeiten mit *Cryptomonas brevis* SCHILLER) eine neue Art darstellt, welche ich als *Cryptomonas globosa* nov. sp. beschreiben möchte.

### Diagnosis:

Cellulae globosae vel breves-ellipsoideae, vix applanatae, antice cum incavatione parva. Flagella dua paene aequalia, corpori aequilonga vel paulo longiora. Gula difficilliter distinguenda, ad medium cellulae pertinens, trichocystibus obsecta. Utrumque dimidium chromatophori unici in lateribus oppositi et medio in „ponte” angusto coniuncta, coloris fuscio-olivacei vel fuscio-rubri, sine pyrenoidibus, intus cum granulis amylaceis, interdum supra medium cum 1—2 granulis globosis valde refringentibus. Vacuolum contractile unum in apice. Motus cellularum sat rapidus. Long. 16—20  $\mu$ , lat. 13—16  $\mu$ . Fig. 1. Hab. in lacu „Hausensee” in pago Turicensi, planctice natans.

Die Zellen von *Cryptomonas globosa* sind meist beinahe kugelig, seltener kurz-ellipsoidisch oder ganz selten gar quer-ellipsoidisch und immer dorsiventral kaum abgeplattet. Am Vorderrand befindet sich eine seichte Furche. In diese mündet der mit Trichozysten versehene Schlund, der allerdings nicht immer gut zu erkennen ist. Er führt bis gegen die Mitte der Zelle. Der einzige, oliv- oder rötlichbraune Chromatophor besteht aus zwei lappenartigen Hälften, welche der Zelle seitlich anliegen und in der Mitte durch eine schmale „Brücke” verbunden sind, sodass zwei Chromatophoren vorgetäuscht werden. Auf der Innenseite tragen die beiden Hälften meist viele runde oder ovale Stärkekörner. — Die neue *Cr. globosa* steht innerhalb der Gattung *Cryptomonas* ziemlich isoliert. Bis jetzt sind keine Formen von derart ausgesprochen kurz ellipsoidischer oder gar kugeligter Form bekannt. Wohl besitzt die von SCHILLER be-



Fig. 1. *Cryptomonas globosa* nov. sp. verschiedene Zellen



schriebene *Cr. brevis* — oberflächlich betrachtet — eine ähnliche Form, doch ist diese grösser und soll gelbbraune Chromatophoren aufweisen. Wie aber bereits HUBER-PESTALOZZI (1950) betont, hat SCHILLER seine Form viel zu ungenau beschrieben, als dass mit ihr irgend eine andere Form sicher identifiziert werden könnte. *Cr. globosa* ist wie die meisten Cryptomonaden eine eher kälteliebende Art. Gewöhnlich fand ich sie im Zentrifugenplankton aus 2,5 und 5 m Tiefe häufiger als an der Oberfläche (ev. Lichteinflüsse?)

## 2. DINOPHYCEAE

Der Hausersee beherbergt eine ganze Anzahl Dinoflagellaten. Unter diesen wurde im Spätsommer das im allgemeinen nicht sehr häufige *P. penardiforme* LINDEM. beobachtet, während drei weitere, neue, Arten im Herbst und Winter vorkommen.

### *Amphidinium Skujae* nov. sp.

Im Winter und im Frühjahr fand ich eine zur Gattung *Amphidinium* gehörende Monade, welche zwar mit *A. turicense* H.-P. gewisse Ähnlichkeiten zeigt, sich aber von diesem doch so stark unterscheidet, dass sie als eigene Art beschrieben werden muss. Als Ausdruck meines Dankes für seine Ratschläge und Hilfe möchte ich die neue Art Herrn Prof. Dr. SKUJA widmen.

### *Diagnosis:*

Cellulae paulo applanatae, a fronte visae symmetricae. Hypovalva fere bis longior quam epivalva, basaliter paulo sed perspicue excisa. Sulcus transversalis distinctus, non spiralis, sulcus longitudinalis tenuis, non in epivalva transgrediens. Cytoplasma hyalinum, incolatum; saepe corpusculi minimi globosi, valde refringentes, in cytoplasmate sparsi. Chromatophori (2—5) lutei-virides. Nucleus in epivalva aut in medio cellulae. In hypovalva stigma rubrum parvum situm. Long. 10—12  $\mu$ , lat. 9—10  $\mu$ , crass. 8—9,5  $\mu$ . Fig. 2. Hab. in lacu „Hausersee“ in pago Turicensi, planctice natans.

Die Zellen von *Amphidinium Skujae* sind von regelmässigem Umriss und nur wenig abgeplattet. Im Präparat verändern sie sich allerdings oft nach einiger Zeit etwas und werden plumper, auch wird dann die Ausrandung der Hypovalva undeutlicher. Das kleine, fleckförmige Stigma in der Hypovalva kann neben den vielen kleinen hellen Körnchen oft nur schlecht wahrgenommen werden, ist aber offenbar immer vorhanden. Die im Gegensatz zu den mehr bräun-

lichen oder gelben Chromatophoren anderer Amphidinen gelbgrünen Chromatophoren von *Amphidinium Skujae* können hie und da auch fehlen oder stark reduziert sein; gelegentlich kommt auch animalische Ernährung vor (Nahrungsballen in der Hypovalva, auch bei Individuen mit gut entwickelten Chromatophoren beobachtet!). Vermehrung durch Querteilung.

Von dem ihm nahestehenden *A. turicense* H.-P. unterscheidet sich *Amphidinium Skujae* durch die etwas geringere Grösse (*A. turicense* ist  $15;6\ \mu$  lang), die gelbgrüne Farbe der Chromatophoren und das Vorhandensein eines Stigmas. Auch ist die Form der Hypovalva bei unserer Art eine ganz andere; bei *A. turicense* fehlt z.B. eine Ausrandung, die Hypovalva ist daher breit gerundet. *Amphidinium Skujae* bevorzugt mässig warmes Wasser und wurde vor allem im Spätherbst und Frühjahr etwas häufiger beobachtet.

### *Gymnodinium titubans* nov. sp.

Diese neue Form trat ganz vereinzelt im Zentrifugenplankton des Septembers auf. Charakteristisch für dieses neue farblose *Gymnodinium* ist der Verlauf der Längsfurche, welche als schmaler Spalt etwas auf die Epivalva übergreift und sich auf der Hypovalva basal erweitert. Die Hypovalva enthält ein kleines, sehr unscheinbares Stigma (bisweilen scheint es zu fehlen oder es wird wegen seiner Kleinheit übersehen). Die mässig schnell, dabei taumelnd oder wackelnd schwimmenden Zellen sterben unter dem Deckglas ziemlich rasch ab, scheinen also gegenüber Aenderungen der Umweltsbedingungen recht empfindlich zu sein. Ernährung wohl vorwiegend animalisch (Nahrungsballen im Plasma!).

### *Diagnosis:*

Cellulae paulo applanatae. Epivalva a fronte visa lata-rotundata, hypovalva lata, alveiformis. Sulcus transversalis distinctus, satis profundus, paulo spiralis. Sulcus longitudinalis in parte anteriore fissura angusta, basaliter dilatans, donec etiam in epivalva transgrediens. Cytoplasma incoloratum, hyalinum, sine chromatophoris. Nucleus in parte anteriore cellulae situs. In hypovalva stigma rubrum minutum, interdum deesse videtur. Membrana hyalina delicata corpori affixa. Flagellum longitudinale in medio ventraliter insertum, corpori aequilongum, flagellum alterum in sulco transversali vibrans. Long.  $17-20\ \mu$ , lat.  $13,5-15\ \mu$ . Fig. 3. — Hab. in lacu „Hausensee“ in pago Turicensi, planctice natans.

*Gymnodinium titubans* unterscheidet sich durch Form und Ausbildung der Längsfurche von bereits bekannten, ebenfalls farblosen

Gymnodinien wie *G. eurytopum* SKUJA, *G. Lantzschii* UTERMÖHL und *G. fungiforme* ANISS. Die beiden letzteren Arten besitzen zudem kein Stigma. Bei *G. eurytopum* kann es vorhanden sein oder fehlen; SKUJA betrachtet es daher nicht als echtes Stigma (offenbar ähnlich wie bei *G. titubans*).

*Peridinium penardiforme* LINDEM.

Die von SCHILLER (1933) als *Glenodinium penardiforme* bezeichnete Peridinee, nach HUBER-PESTALOZZI (1950) selten, ist im Hausersee regelmässig im Oberflächenplankton des Spätsommers anzutreffen, allerdings stets nur in geringer Zahl. Unsere Exemplare entsprechen in Grösse und Form ziemlich gut der Beschreibung in dem Werk von HUBER-PESTALOZZI. Das Plattenschema der Epivalva kann allerdings nur sehr selten genau erkannt werden, da die Membran der Formen aus dem Hausersee immer sehr zart, nie derb ist und die Interkalarstreifen ebenfalls niemals breit, sondern immer schmal und nur schwach angedeutet sind. Diesbezüglich weicht also das *P. penardiforme* aus dem Hausersee von der typischen Form ab.

*Peridinium sphaeroideum* nov. sp.

Während der kälteren Jahreszeit tritt vor allem an der Oberfläche des Sees ein neues *Peridinium* regelmässig recht zahlreich auf (besonders im Januar, dann auch im März). Die Zellen werfen ihren äusserst zarten Panzer häufig ab, wobei dieser aber oft aufgerissen wird, und schwimmen als nackte, gymnodiniumartige Zellen umher. Infolge der Feinheit des Panzers sowie der Interkalarstreifen ist die Felderung ziemlich schwer festzustellen. Das Plattenschema der Epivalva (Fig. 4c) entspricht dem Schema der Penardii-Gruppe, wobei aber die beiden seitlich der Apexöffnung liegenden vorderen Apikalplatten durch ihre meist langgestreckte Form auffallen. Die Platten selbst sind vollkommen glatt und die Interkalarstreifen sehr schmal und zart. Epivalva und Hypovalva sind annähernd gleichgross (die Epivalva ist um ein Geringes höher); die Zellen sind auch nur wenig abgeplattet, also beinahe kugelig. Das Plasma ist farblos, manchmal leicht gestreift oder fein punktiert und enthält oft zahlreiche kleine, stark lichtbrechende Körner, sowie in der Regel 1—3 Nahrungsballen, welche anfänglich rot sind, sich dann später olivgrün verfärben. Chromatophoren fehlen; die Ernährung geschieht mindestens teilweise animalisch (durch Aufnahme kleiner, einzelliger Grünalgen, vermutlich im *Gymnodinium*-Zustand). Vermehrung durch Querteilung.

*Peridinium sphaeroideum* gehört — dem Plattenschema nach — in

die Penardii-Gruppe. Bisher wurde noch keine chromatophorenlose Form aus dieser Gruppe beobachtet, wie ja überhaupt in der Gattung *Peridinium* chromatophorenlose Formen nicht sehr zahlreich vertreten sind. HUBER-PESTALOZZI erwähnt, dass die Chromatophoren des ebenfalls zur Penardii-Gruppe gehörigen *P. berolinense* LEMM. oft nur schwer erkennbar seien. Offenbar ist innerhalb der Penardii-Gruppe doch eine gewisse Tendenz zum Chromatophorenverlust vorhanden. In der äusseren Form und im Plattenschema der Epivalva zeigt *P. sphaeroideum* gewisse Ähnlichkeiten mit *P. Kulczynskii* WOL. Dieses ist aber viel grösser und besitzt scheibenförmige Chromatophoren.

### Diagnosis:

Cellulae paulo applanatae, a fronte et a tergo visae paene circulares. Epivalva et hypovalva latae-rotundatae, epivalva paulo maior. Membrana tenuis, tubulatio difficilliter distinguenda, lineae intercalares subtilissimae. Tabulatio epivalvae secundum typum Peridinii Penardii (6 tabulae prae-aequatoriales, 1 tabula apicalis dorsalis; aper-



Fig. 2. *Amphidinium Skujae* nov. sp.      Fig. 3. *Gymnodium titubans* nov. sp.

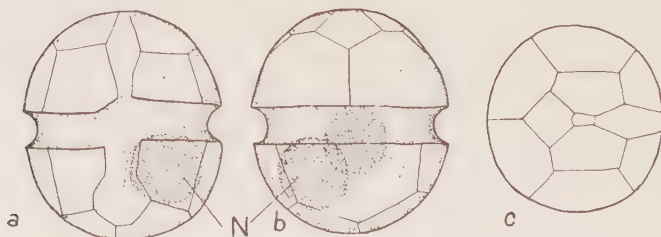


Fig. 4. *Peridinium sphaeroideum* nov. sp.  
a Vorderansicht      c Schema der Epivalvatäfelung  
b Rückenansicht      N Nahrungsballen



tura apicis elongata; Fig. 4c). Sulcus transversalis paulo spiralis, sulcus longitudinalis paene ad antapicem pertinens, basaliter dilatans. Cytoplasma hyalinum, plerumque cum corpusculis minimis globosis, sine chromatophoris. Sustentatio animalis. Long. 20—22  $\mu$ , lat. 18—20  $\mu$ . Fig. 4.

Hab. in lacu „Hausersee“ in pago Turicensi, planctice natans.

### 3. EUGLENOPHYCEAE

Grüne und farblose Euglenaceen kommen als Bewohner kleinerer und grösserer,  $\pm$  eutropher Gewässer sehr häufig vor; es ist daher nicht überraschend, dass auch im Hausersee eine ganze Reihe Vertreter beobachtet werden konnte. Gewisse farblose Formen wie *Astasien*, *Rhabdomonas* (*Menoidium*) *incurva* und *Heteronema*-Arten sind charakteristische Bewohner des Hypolimnions des Hausersees. Unter den farblosen Euglenaceen konnten auch drei neue Arten beobachtet werden.

#### *Strombomonas urceolata* (STOKES) DEFL.

Diese bisher selten beobachtete Form kam ganz vereinzelt im Herbst-Oberflächenplankton vor (euplanktisch). Das glatte, drehrunde, breit zylindrische Gehäuse besitzt einen kurzen, schief abgestutzten Hals und einen deutlichen, ziemlich langen Kaudalstachel

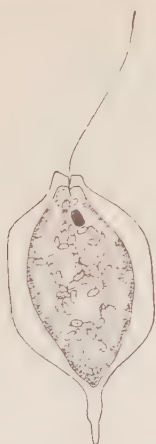


Fig. 5. *Strombomonas urceolata* (STOKES) DEFL.

(Fig. 5). Die grossen, wenig zahlreichen Chromatophoren, das Stigma und die vielen Paramylonkörner sind gut zu erkennen. Pyrenoide fehlen. Die Zellen sind mit Hals (5  $\mu$ ) und Stachel (12  $\mu$ ) etwa 48  $\mu$

lang und  $26\ \mu$  breit. — Unsere Form unterscheidet sich von dem bei HUBER-PESTALOZZI (1954) beschriebenen Typus durch den vorn schief abgeschnittenen Hals. Der Hals der typischen *Strombomonas urceolata* soll immer gerade abgeschnitten sein, doch versteht auch HUBER-PESTALOZZI das „immer“ mit einem Fragezeichen. Der schief abgeschnittene Hals gibt unserer Form eine gewisse Ähnlichkeit mit *Str. Girardiana* var. *glabra* PLAYF. welche bisher nur aus Australien bekannt geworden ist. Das Gehäuse der letztgenannten Form ist aber eher konkav und ihr Kaudalstachel kürzer. Eine der unsrigen offenbar ähnliche Form hat DREZEPOLSKI (1925) unter der Bezeichnung *Trachelomonas affinis* var. *levis* beschrieben. *Strombomonas urceolata* wurde bis jetzt aus Russland, Polen, Nordamerika, Australien und neuerdings auch aus Schweden (SKUJA 1956) bekannt, scheint also eine ziemlich weite Verbreitung zu haben.

*Petalomonas pygmaea* nov. sp.

Die zur Gattung *Petalomonas* gehörenden farblosen Euglenaceen zeichnen sich durch ihre starre, meist abgeplattete Form aus, welche oft eine zentrale Längsfurche oder Längskiele, manchmal auch bizarr gestellte Fortsätze am Hinterende besitzt und eine einzige Geißel trägt. Bei vielen Arten ist ein Staborgan vorhanden. Die Petalomonaden bewohnen in der Regel die Uferbezirke von Seen und Teichen oder kommen auf schwebenden Detritusteilchen vor. Die beiden im Hausersee beobachteten neuen Formen sind jedoch euplanktisch.

*Diagnosis:*

Cellula applanata, scutiformis, apice anteriore excisa, in parte posteriore breviter rotundata-acuminata, plerumque oblique secata; dorsaliter paulo convexa, ventraliter concava. Sulcus longitudinalis tenuissimus in medio cellulae, basaliter dilatans. Flagellum cellulam ad duplo superans, apicaliter insertum. Cytoplasma hyalinum, subtilissime longitudinaliter striatum, in parte posteriore saepe cum granulis minutis et rotundatis. Motus cellularum tardus, tremulans. Long.  $7-8\ \mu$ , lat.  $5-6\ \mu$ , crass.  $2-3\ \mu$ . Fig. 6.

Hab. in lacu „Hausersee“ in pago Turicensi, planctice natans.

Charakteristisch für *Petalomonas pygmaea* ist der angenähert sechseckige Umriss. Die sehr seichte, oft kaum wahrnehmbare Längsfurche erweitert sich meist nach unten. Fortsätze oder Kiele sind nicht vorhanden; auch ein Staborgan konnte nicht beobachtet werden. Die neue Monade erinnert entfernt an *P. scutulum* SKUJA (SKUJA 1956) und *P. ventrित्रacta* SKUJA (SKUJA 1939). Allen gemeinsam ist die mehr oder weniger flache, schildartige Form.

Bei beiden von SKUJA beschriebenen Arten sind jedoch die Zellen hinten breit abgerundet, nicht zugespitzt oder schräg abgeschnitten. Bei *P. ventrtracta* ist zudem die Längsfurche mit flügelartigen Rändern versehen. *P. pygmaea* ist auch merklich kleiner als die anderen beiden Arten.

*P. pygmaea* wurde vor allem im Winter unter dem Eise recht zahlreich gefunden, auch kurz nach der Eisschmelze kam sie häufig vor. Sie bewohnt ausschliesslich die oberen Schichten des Sees; in den tieferen, sauerstoffarmen und  $H_2S$ -haltigen Zonen wurde die Monade nicht beobachtet.



Fig. 6. *Petalomonas pygmaea* nov. sp.  
a, b, c verschiedene Individuen d Querschnitt

*Petalomonas elongata* nov. sp.

Diese ebenfalls neue *Petalomonade* wurde sehr vereinzelt im Februar unter Eis in 5 m Tiefe beobachtet. Sie wird durch ihre langgestreckte Form mit einer rillenartigen Längsfurche charakterisiert. Die Monade schwimmt frei, aber nicht sehr lebhaft.

*Diagnosis:*

Cellulae elongatae, vix applanatae, antice rotundatae, in polo postico acuminatae. Sulcus longitudinalis perspicuus, canaliformis,

margines paulo involutae. Flagellum corpori aequilongum aut paulo longius, apicaliter insertum. Cytoplasma longitudinaliter striatum, cum multis corpusculis cibi sat magnis. Nucleus in parte posteriore cellulae situs. Long. 13—14  $\mu$ , lat. 5,5—7  $\mu$ . Fig. 7.

Hab. in lacu „Hausersee“ in pago Turicensi, planctice natans.

Auch bei *P. elongata* konnte kein Staborgan beobachtet werden. Es gibt also offenbar eine ganze Anzahl *Petalomonas*-Arten, welchen dieses fehlen kann. — *P. elongata* scheint sich — wie übrigens auch *P. pygmaea* — vorwiegend animalisch zu ernähren. Daneben wird zweifellos auch saprophytische Ernährung vorkommen.

*Anisonema hexagonale nov. sp.*

Unter den zahlreichen farblosen Flagellaten des Hypolimnions wurde im Frühjahr eine weitere neue Form beobachtet, welche als *Anisonema hexagonale* beschrieben werden soll.

*Diagnosis:*

Cellulae applanatae, non metabolicae, oblongae, utriusque poli acuminatae, forma hexagonali. Sulcus longitudinalis bene evolutus, basaliter paulo coangustans. Flagella bina in gula inserta; flagellum anticum vivaciter movens, corpori aequilongum; flagellum posticum corpus ad duplo superans. Cytoplasma incoloratum, hyalinum, li-



Fig. 7. *Petalomonas elongata nov. sp.*  
a Querschnitt



Fig. 8. *Anisonema hexagonale nov. sp.*  
a Querschnitt



neis paucis subtilibus longitudinaliter striatum, in parte posteriore cum multis granulis rotundatis. Vacuolum contractile unum ad gulam. Long. 15,5  $\mu$ ; lat. 8,5  $\mu$ ; crass. 3—4  $\mu$ . Fig. 8.

Hab. in lacu „Hausersee“ in pago Turicensi, planctice natans.

*Anisonema hexagonale* gehört in den Formenkreis um *A. acinus* Duj. Von diesem unterscheidet es sich durch seine länglich hexagonale Form sowie seine verhältnismässig geringe Grösse. *Anisonema acinus* lebt vorwiegend benthisch, kommt aber, wie SKUJA (1948) angibt, in vielen Seen tychoplanktisch vor. *A. hexagonale* lebt aber im Hausersee offenbar euplanktisch.

#### 4. EUCHLOROPHYCEAE

Aus die Reihe der *Volvocales* besitzt die artenreiche Gattung *Chlamydomonas* im Hausersee eine grössere Anzahl Vertreter, welche in der Regel allerdings keinen mengenmässig bedeutenden Bestandteil der Plankton-Biocoenose ausmachen. Die verwandte Gattung *Carteria* bewohnt vor allem kleinere eutrophe Teiche und spielt im Limnoplankton eine verhältnismässig kleine Rolle. Ueber das Genus *Chlamydomonas* besitzen wir die zusammenfassende Arbeit von GERLOFF (1940), welche alle (damals) bekannten Arten in einen Bestimmungsschlüssel zusammenstellt und die Originalbeschreibungen zitiert. Seither ist allerdings eine grosse Zahl weiterer Chlamydomonaden beschrieben worden, sodass eine Uebersicht über die Gattung heute nicht mehr leicht möglich ist. Leider existiert für *Carteria* keine zusammenfassende Bearbeitung. In der vorliegenden Arbeit soll nur auf Neufunde sowie auf zwei bisher selten beobachtete Arten eingegangen werden; die Zusammenstellung sämtlicher im Hausersee beobachteten Volvocalen ist der späteren, grösseren Arbeit vorbehalten.

##### *Carteria Huberi* nov. sp.

Diese Art, welche ich Herrn DR. HUBER-PESTALOZZI als Ausdruck meines Dankes für seine Anteilnahme an meinen Arbeiten widme, habe ich zu Beginn des Frühjahrs mehrfach angetroffen. Die nicht abgeplatteten Zellen sind schwach verkehrt eiförmig und besitzen keine Papille, sondern nur eine vorne schwach verdickte Membran. Der topfförmige Chromatophor trägt in seiner basalen Verdickung ein gut entwickeltes Pyrenoid, welches von Stärkekörnern umgeben sein kann. *Carteria Huberi* steht morphologisch zwischen *C. multifilis* (breit eiförmig, mit kleiner Papille) und *C. Fritschii* (breit ellipsoidisch bis verkehrt eiförmig, vorne zugespitzt, Membran basal meist deutlich vom Protoplasten abstehend).

### Diagnosis:

Cellula lata-ellipsoidea ad inverse ovoidea, non applanata; in polo anteriore leviter acuminata, sine papilla, sed membrana incrassata. Chromatophorus poculiformis, in parte basali valde incrassatus, cum pyrenoide sat magno. Nucleus paulo supra medium cellulae situs.

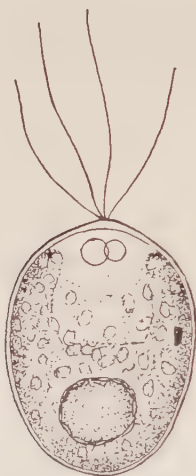


Fig. 9. *Carteria Huberi* nov. sp.

Stigma rubrum, breve-baculiforme in parte anteriore cellulae. 2 vacuola contractilia in polo anteriore. Membrana sat tenuis, cytoplasmati adiacens. Flagella 4, paulo longiora quam cellula. Long. 11  $\mu$ , lat. 7—8  $\mu$ . Fig. 9.

Hab. in lacu „Hausersee“ in pago Turicensi planctice natans.

### *Chlamydomonas deludens* nov. sp.

Diese neue Art ist eine der wenigen Chlamydomonaden, welche in grösseren Individuenzahlen beobachtet wurde. Da zunächst fast nur Jugendstadien auftraten, welche die typischen Merkmale nicht zeigen, war anfänglich die Bestimmung recht unsicher. Als dann aber später auch ausgewachsene Zellen gefunden wurden, liess sich die starke Aehnlichkeit dieser Art mit *Chl. bicocca* PASCHER feststellen. Die konstanten, allerdings geringen Unterschiede rechtfertigen es, die Form aus dem Hausersee als eigene (Klein-) Art neben *Chl. bicocca* zu beschreiben.

### Diagnosis:

Cellula subglobosa vel apice leviter acuminata. Chromatophorus poculiformis, basaliter nonnumquam apertus, cum 2 pyrenoidibus ellipsoideis, lateraliter in chromatophoro incrassato sitis. Stigma paulo ante aequatorem aut plerumque aequatorialiter situm, breve-baculiforme. Papilla plana, non lata et nonnumquam vix cognoscenda. Nucleus in medio cellulae. 2 vacuola contractilia in parte anteriore cellulae. Flagella cellulam paulo superantia. Cellulae iuveniles apice plus acuminatae, chromatophoro basaliter paene semper aperto, pyrenoidibus vix cognoscendis. Lat.  $14\ \mu$ , long.  $14,5\text{--}15\ \mu$ , Fig. 10. Hab. in lacu „Hausersee“ in pago Turicensi planctice natans.

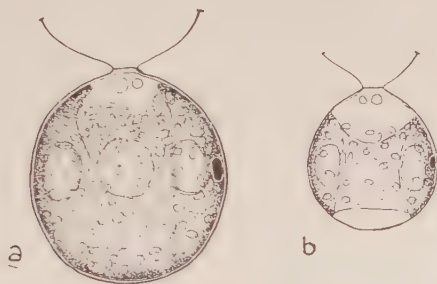


Fig. 10. *Chlamydomonas deludens* nov. sp.

a ausgewachsene Zelle mit basal geschlossenem Chromatophor, b junge Zelle

Charakteristisch für *Chl. deludens* ist die in der Regel beinahe aequatoriale Lage des kurzstabförmigen Stigmas. Bei *Chl. bicocca* liegt das kleine, fast punktförmige Stigma im vorderen Teil der Zelle. Die meist beinahe kugeligen Zellen von *Chl. deludens* sind gegen vorne oft ganz leicht zugespitzt, vor allem in jungen Entwicklungsstadien, bei welchen auch der Chromatophor basal in der Regel nicht geschlossen ist. Die Pyrenoide schliesslich sind bei *Chl. deludens* immer länglich ellipsoidisch, niemals kugelig, wie bei der von PASCHER (1927) abgebildeten *Chl. bicocca*. Offenbar existieren verschiedene Formen, welche mit der typischen *Chl. bicocca* eine gewisse Ähnlichkeit zeigen, ohne aber ganz mit der von PASCHER beschriebenen Form identisch zu sein. Möglicherweise wird die Untersuchung weiterer Gewässer ähnlicher Art noch mehr derartige Elementararten fördern, sodass dann die einzelnen Kleinarten noch schärfer abgegrenzt werden können. — *Chl. deludens* kam vor allem kurze Zeit nach der Eisschmelze im Oberflächenplankton ziemlich zahlreich vor, vor allem in Gesellschaft von *Gonium sociale* und *Chrysococcus minutus*.

*Chlamydomonas opisthostigma* nov. sp.

Diese ebenfalls neue, durch ihre Form, die Ausbildung der Papille sowie die Lage des Stigmas charakterisierte Form trat Anfang März zusammen mit *Chl. deludens* und *Chl. pertusa* recht häufig im Oberflächenplankton, zeitweise auch in tieferen Wasserschichten auf.

*Diagnosis:*

Cellulae ellipsoideae ad ovoideae aut paulo obovatae, non applanatae, polis rotundatis. Chromatophorus parietalis,  $\pm$  unilateralis aut parietem cellulae paene totam obtegens, cum pyrenoide globoso mediano, in incrassatione unilaterali chromatophori sito. Stigma oblongum, in dimidio posteriore cellulae, rare aequatorialiter vel subaequatorialiter situm. Membrana tenuis, cytoplasmati adiacens, antice in papillam planam humilem, satis latam provecta. Nucleus plerumque infra medium cellulae post pyrenoidem situs. 2 vacuola contractilia in polo anteriore cellulae. Flagella corpori aequilonga aut paulo breviora. Long. 14  $\mu$ , lat. 7—8 u. Fig. 11.

Hab. in lacu „Hausensee“ in pago Turicensi, planctice natans.

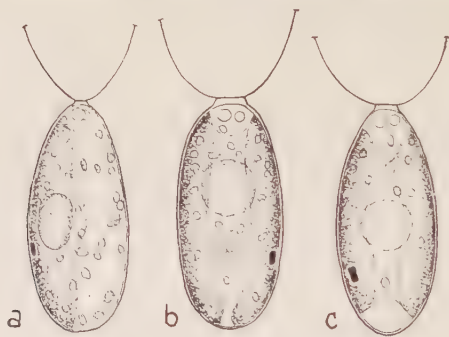


Fig. 11. *Chlamydomonas opisthostigma* nov. sp.  
a Zelle von der Seite gesehen b, c zwei Zellen, von vorne

*Chlamydomonas opisthostigma* gehört zur Sektion *Chlorogoniella* der Untergattung *Chlamydeila*. Die Zellform kann etwas variieren; meist ist sie allerdings länglich eiförmig (Fig. 11c). Manchmal kommen auch beinahe regelmässig lang-ellipsoidische Zellen vor. Jüngere Zellen sind am hinteren Ende oft leicht zugespitzt. Das Stigma liegt gewöhnlich weit hinten in der Zelle, seltener aequatorial. Die Zellen bewegen sich ziemlich rasch unter Drehung um die Längsachse.

In der artenreichen Sektion *Chlorogoniella* gibt es eine ganze



Anzahl Arten, welche *Chl. opisthostigma* oberflächlich gleichen. Besonders die Zellform ist bei vielen Arten ähnlich. Es fehlen aber allen die flache, breite Papille und das oft so weit hinten gelegene Stigma, was beides für die neue Art typisch ist.

*Chlamydomonas crassa* nov. sp.

*Diagnosis:*

Cellula lata-ellipsoidae, non applanata. Chromatophorus poculiformis, basaliter valde incrassatus, sine pyrenoide, sed plerumque cum multis granulis amylaceis. Stigma longum,  $\pm$  lineare, in parte anteriore cellulae. Papilla valde lata, plana, satis humilis. Membrana firma, cytoplasmati adiacens. Nucleus in medio cellulae. Flagella corpori aequilonga aut paulo longiora. 2 vacuola contractilia in polo antico. Long. 24—26  $\mu$ , lat. 19—21  $\mu$ . Fig. 12.

Hab. in lacu „Hausersee“ in pago Turicensi, planctice natans.



Fig. 12. *Chlamydomonas crassa* nov. sp.

*Chl. crassa* zeichnet sich durch ihre breit ellipsoidische Form, die breite und sehr flache Papille sowie das lang-strichförmige Stigma aus. Die oft sehr zahlreich vorhandenen Stärkekörner können fast die ganze Zelle ausfüllen und täuschen dann leicht einen in viele kleine Scheibchen aufgespaltenen Chromatophoren vor. Hält man aber das Material einige Tage im Dunkeln, so wird die Stärke aufgezehrt und der Chromatophorenbau tritt klar hervor. — Die neue Art gehört zur Untergattung *Chloromonas* und steht in der Nähe von *Chl. vulgaris* ANACHIN. Diese ist allerdings deutlich eiförmig und besitzt ein rundliches Stigma. Ihre var. *gallica* BOURR ist allerdings ellipsoidisch, aber nicht derart breit, wie *Chl. crassa*. *Chl. hypolimnica* SKUJA besitzt ganz entfernte Ähnlichkeit mit unserer Art; sie unterscheidet sich jedoch durch den basal nicht verdickten Chromatophoren, durch die kleine Papille und das kurzstabförmige Stigma.

ma gut von *Chl. crassa*. — *Chlamydomonas crassa* wurde vom Spätsommer bis im Winter ziemlich oft im Plankton oberer Wasserschichten beobachtet. Zu Beginn der Vereisung verschwand sie fast vollkommen, um erst im Frühjahr wieder aufzutreten. Sie bevorzugt also offenbar mässig temperiertes Wasser.

### *Chlamydomonas insignis* ANACHIN

Die von ANACHIN (1930) aus Wasserbecken aus der Umgebung von Charkow beschriebene Art wurde seither nur selten beobachtet. Sie ist eine im Plankton des Hausersees recht häufig anzutreffende Form, besonders zahlreich im Spätsommer und im frühen Frühjahr (im Sommer eher in tieferen, kühleren Wasserschichten). ANACHIN hat die Art im November unter dem Eise gefunden. Die kugeligen, 18—20  $\mu$  grossen Zellen (Fig. 13) sind vorne mit einer niedrigen, flachen Papille versehen. Der Chromatophor ist in einzelne Lappen oder kurzbandförmige Stücke zerteilt, sodass die Zelle je nach der Einstellung im Mikroskop (höher oder tiefer) ganz verschieden aussieht (vgl. die beiden Figuren). Ein Pyrenoid fehlt. Das kurze Stigma liegt in der vorderen Zelhälfte. Die beiden Geisseln sind wenig länger als die Zelle. Die Zellen sind von einer 2—3  $\mu$  dicken Gallertschicht umgeben, in welcher man manchmal andeutungsweise eine Schichtung erkennen kann. Im Frühjahr ist diese Gallerthülle gewöhnlich dünner als im Herbst; vereinzelt wurden auch Zellen ohne Gallertschicht festgestellt.

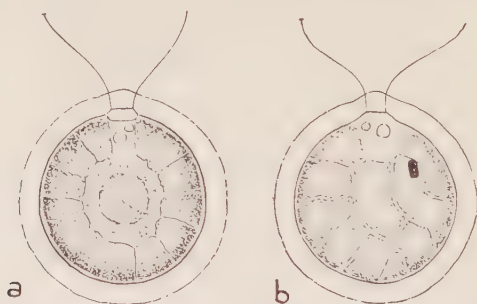


Fig. 13. *Chlamydomonas insignis* ANACHIN  
a Zelle im optischen Querschnitt b Zelle in der Aufsicht

### *Sphaerellopsis Lefèvrei* BOURR.

In Oberflächenplankton des Herbstes trat ganz vereinzelt diese bisher ebenfalls selten beobachtete Volvocale auf. Die drehrunden, walzlichen Zellen sind aber, im Gegensatz zur Beschreibung von BOURRELLY (1951), hinten nicht breit abgerundet, sondern deutlich

zugespitzt. Die beobachtete Monade weicht also in dieser Beziehung vom Typus ab. Im basal stark verdickten Chromatophoren liegt ein ziemlich grosses Pyrenoid. Das kurzstabförmige Stigma liegt im vorderen Teil der Zelle. Häufig enthält das Plasma zahlreiche, kleine Stärkekörnchen. Fig. 14. Die Zellen sind  $21-25\ \mu$  lang und  $10\ \mu$  breit; die hüllenartige Membran ist  $3,5-4\ \mu$  dick. Bemerkenswert ist das im Hausersee euplanktische Vorkommen.

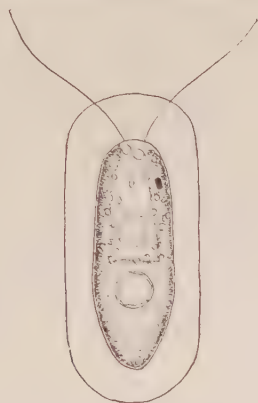


Fig. 14. *Sphaerellopsis Lefevrei* BOURR.

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine Anzahl seltener oder neuer Flagellaten, welche im Zentrifugenplankton des Hausersees bei Andelfingen (Kt. Zürich, Schweiz) beobachtet wurden, werden beschrieben. *Peridinium penardiforme*, *Strombomonas urceolata*, *Chlamydomonas insignis* und *Sphaerellopsis Lefevrei* wurden bisher im Limnoplankton nur vereinzelt oder an geographisch weit voneinander entfernten Stellen festgestellt. Neu beschrieben werden insgesamt 11 Arten: *Cryptomonas globosa*, *Amphidinium Skujae*, *Gymnodinium titubans*, *Peridinium sphaeroideum*, *Petalomonas pygmaea*, *Petalomonas elongata*, *Anisonema hexagonale*, *Carteria Huberi*, *Chlamydomonas deludens*, *Chlamydomonas opisthostigma*, *Chlamydomonas crassa*.

## SUMMARY

Some rare or new flagellates, found in the „Hausersee“ (Kt. Zurich, Switzerland) are described. *Peridinium penardiforme*, *Strombomonas urceolata*, *Chlamydomonas insignis* and *Sphaerellopsis Lefevrei*, seldom found in limnological investigations, live euplanktic in the Hausersee. The new species described are: *Cryptomonas*

*globosa*, *Amphidinium Skujae*, *Gymnodinium titubans*, *Peridinium sphaeroideum*, *Petalomonas pygmaea*, *Petalomonas elongata*, *Anisomena hexagonale*, *Carteria Huberi*, *Chlamydomonas deludens*, *Chlamydomonas opisthostigma*, *Chlamydomonas crassa*.

## LITERATURVERZEICHNIS

- ANACHIN J. K. - 1931 - Neue Chlamydomonas-Arten; *Arch. f. Protistenkunde* 73, 131.
- BOURRELLY P. - 1951 - Volvocales rares ou nouvelles; *Hydrobiologia* 3, 251
- DREZEPOLSKI R. - 1925 - Supplément à la connaissance des Eugléniens de la Pologne; *Kosmos (J. de la soc. pol. des naturalistes „Kopernik“)* 50, 173 (zit. nach HUBER-PESTALOZZI, 1954).
- GERLOFF J. - 1940 - Beiträge zur Kenntnis der Variabilität und Systematik der Gattung Chlamydomonas; *Arch. f. Protistenkunde* 94, 311.
- HUBER-PESTALOZZI G. - Das Phytoplankton der Binnengewässer, in „Die Binnengewässer“; Stuttgart, E. Schweizerbart, 1938—1950; 3. Teil, Cryptophyceen, Chloromonadinen, Peridineen 1954; 4. Teil, Euglenophyceen.
- PASCHER A. - Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, Jena, G. Fischer  
Heft, 4, 1927: Volvocales.
- SCHILLER J. - Dinoflagellatae (Peridineae). - Rabenhorsts Kryptogamenflora v. Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, Bd. 10 Leipzig, 1933.
- SKUJA H. - 1948 - Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden: *Symb. bot. Upsalienses* IX, No. 3.
- 1956 - Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer; *Nov. Acta Reg. Soc. Sci. Upsalienses* Ser. IV, Vol. 16, No. 3.
- THOMAS E. A. - 1949 - Regionallimnologische Studien an 25 Seen der Nordschweiz; *Verh. Int. Ver. theor. u. angew. Limnologie*, X, 489.

Adresse des Autors:

DR. H. R. CHRISTEN, Wolfensbergstr. 10  
Winterthur (Schweiz)



# Etude sur les Rhizopodes des marais du Sud-ouest d'Uvira (Congo-belge)

par

PAUL VAN OYE

(Gand)

## INTRODUCTION

Mes études sur la dispersion géographique des Rhizopodes m'avaient amené à soupçonner que la faune Rhizopodique des grandes altitudes dans l'est du Congo belge devait être toute différente de celle de la plaine congolaise. Une première indication était l'étude du matériel de J. LEBRUN dont j'ai publié les résultats en 1948.

A la suite de cette supposition, j'ai demandé à mon fils, le Dr. EUGÈNE VAN OYE, de me procurer, le cas échéant, du matériel de hautes altitudes. Cependant, quoique le résultat confirmait mes prévisions, je ne pouvais me décider à les publier n'ayant pas encore assez de preuves pour soutenir ma façon de voir. C'est alors que je reçus le tiré à part du travail de Mad. GAUTHIER-LIÈVRE: „Le genre *Nebela*, *Paraquadrula* et *Pseudonebela* (Rhizopodes testacés) en Afrique”. Monsieur J. J. SYMOENS m'a procuré quatre petits tubes de matériel provenant de marais au sud-ouest d'Uvira situés à une altitude de 3.000 m.

La lecture du travail de L. GAUTHIER-LIÈVRE me convaincut de l'exactitude de mon opinion. Persuadé que j'étais dans la bonne voie, je me mis à examiner le matériel que J. J. SYMOENS avait eu l'amabilité de récolter à mon intention.

Ces quatre tubes contenaient du matériel provenant de différents marais à une altitude de 3.000 m. et étaient numérotés comme suit:  
no 2108. Date: 4 janvier 1956. Marais de la haute Ngovi, près de Musaruzi (village de pasteurs Banyaruanda), à environ 16 km au S.W. d'Uvira. Altitude environ 3.000 m. Expression de Sphaignes, pH 3,8.

no 2110. Date: 4 janvier 1956. Marais de la haute Ngovi, près de Musaruzi, à environ 16 km au S.W. d'Uvira. Altitude environ 3.000 m. Expression Sphaignes.

no 2112. Date: 4 janvier 1956. Marais de la haute Ngovi, près de Musaruzi, à environ 16 km au S.W. d'Uvira. Altitude environ 3.000 m. Expression Sphaignes d'une dépression humide, pH 3,8.

no 2119. Date: 4 janvier 1956. Marais de la haute Ngovi, près de Musaruzi, à environ 16 km au S.W. d'Uvira. Altitude environ 3.000 m. Dépression humide dans la tourbière.

Le résultat de l'examen de ces prélèvements forme l'objet du présent travail.

Déjà à première vue nous voyons que la faune Rhizopodique est toute différente de celle que nous connaissions jusqu'à présent du Congo belge.

Sa plus grande importance se révèle cependant dans la dispersion géographique des Rhizopodes, la biogéographie des protistes en général et enfin dans l'ensemble de la biogéographie.

Que Monsieur le Professeur J. J. SYMOENS veuille trouver ici l'expression de ma sincère gratitude pour son envoi précieux.

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les espèces des genres de Thécamoebiens *Arcella*, *Centropyxis* et *Nebela* se rencontrent partout.

Depuis les monographies de DEFLANDRE ce sont les genres qui offrent le moins de difficultés aux chercheurs, surtout aux débutants.

Les *Arcella* ont une forme tellement typique qu'il est hors de doute que les auteurs s'occupant de questions purement biologiques peuvent mentionner les espèces qu'ils rencontrent sans devoir craindre de se tromper.

Mais au fur et à mesure que l'on examine des formes d'autres contrées, des difficultés se présentent et il n'est plus si aisé de rapporter les formes que l'on rencontre aux descriptions faites sur du matériel d'Europe ou de l'Amérique du Nord. Il s'en suit que non seulement le systématicien n'ose plus se prononcer avec certitude — surtout parce que les différences ne sont pas assez grandes pour lui permettre de créer de nouvelles formes — mais qu'également le chercheur s'occupant de questions biologiques se trouve placé devant des problèmes particulièrement difficiles.

En effet, bien des questions se posent: Entre autres, si les différences ont échappé aux auteurs d'Europe et de l'Amérique du Nord (donc de la région paléarctique), ou s'il existe des différences, mais si peu marquées, qu'une étude des formes d'autres régions est nécessaire afin de pouvoir discerner ces différences minimes.

Dans ce dernier cas il faudra se demander si l'on peut observer

une évolution ou bien si les différences, dans le cas où elles existent réellement, sont la conséquence de l'action des milieux.

Le matériel du Professeur SYMOENS nous montre une faune Rhizopodique différente en ce qui concerne sa composition en espèces, elle présente aussi des espèces que l'on ne rencontre pas dans la partie ouest, c.à.d. la vaste plaine congolaise, et enfin les formes admises comme peu variables diffèrent ici visiblement des espèces décrites et offrant par conséquent des difficultés au systématicien.

Le systématicien qui ne veut pas décrire de nouvelles espèces quand elles sont si peu spécifiques et étend les limites des ses diagnoses, facilite, il est vrai, le travail du biologiste au point de vue systématique. Cependant les détails biologiques et biogéographiques — c.à.d. les plus intéressants pour lui — échappent à son attention. Il croit avoir affaire aux mêmes espèces alors qu'en réalité il a affaire à des variétés ou peut-être des „Rassenkreise" de RENSCH.

Ces „Rassenkreise", s'ils existent, peuvent être de la plus grande importance au point de vue biogéographique ou génétique, mais ils sont, à l'état actuel de nos connaissances systématiques, des Rhizopodes, fort difficiles à établir. Il faudrait des études très approfondies, et surtout statistiques, sur un matériel très riche de provenances très diverses.

Il serait important dans cet ordre d'idées de pouvoir disposer de faits observés par d'autres auteurs. Malheureusement la grande majorité des auteurs ne donnent pas de mesures prises personnellement ou, s'ils en donnent, ils citent les minima's et maxima's, mais non pas les mesures moyennes par exemplaire, ce que dans le cas qui nous occupe est pourtant indispensable.

Enfin, il faut tenir compte des auteurs qui, examinant p. ex. du matériel exotique, donnent les mesures d'autres auteurs entre autres celles de PENARD, LEIDY et autres, sans attirer tout spécialement l'attention sur le fait qu'il ne s'agit pas de mesures prises sur des exemplaires du matériel examiné, mais simplement de mesures copiées. Il croient en effet que les exemplaires de leur matériel ne diffèrent nullement de ceux observés par les auteurs qui ont examiné du matériel de pays à climat tempéré, ou que les différences sont si minimales qu'il est sans intérêt de les mentionner.

Il s'en suit que le plus souvent les monographies se contentent de donner les extrêmes qui ont été trouvés par n'importe quel auteur et pour n'importe quel pays. Ces données n'ont plus aucune valeur systématique ni biologique.

Rares sont les auteurs qui, comme HOOGENRAAD et DE GROOT, mentionnent les mensurations par auteur; et encore plus rares ceux qui mentionnent leurs propres mensurations par exemplaire en citant en même temps exactement la région de provenance. Pourtant seule

cette dernière façon de faire peut satisfaire aux exigences d'une étude systématique minutieuse.

Ce n'est que par la comparaison des mensurations données exemplaire par exemplaire avec les données exactes de la provenance qu'on parviendra un jour à établir pour toutes les espèces de Thécamoebiens les différences et éventuellement à voir si ces différences suivent une évolution selon la dispersion géographique ou non. Les mensurations doivent être faites suivant une méthode très exacte et de la façon la plus méticuleuse possible.

En effet, le rhizopodologiste n'a pas à sa disposition — comme l'entomologiste ou l'ornithologiste — des séries d'exemplaires qu'il peut déplacer et disposer selon qu'il croit que l'évolution peut être expliquée; le rhizopodologiste n'a que de rares dessins, des reproductions plus ou moins fidèles de la réalité et aussi des mensurations prises avec plus ou moins de soin et souvent selon des méthodes différentes. Toutes les descriptions, si minutieuses qu'elles soient, ne peuvent être si exactes qu'elles excluraient complètement le doute. Pourtant, si l'on pouvait indiquer sur une carte les minimales différences il est évident qu'on pourrait en tirer de conclusions quant à l'évolution et les routes suivies durant la dispersion.

Quoiqu'à l'heure actuelle nous n'en sommes pas encore là, nous pouvons dès à présent prétendre qu'une dispersion géographique se présente pour plusieurs espèces et que d'autres, reconnues comme cosmopolites, présentent cependant des „Formenkreise”.

Ceci nous permet de dire que, la grande majorité des Rhizopodes étant composée de formes cosmopolites, elle pourra un jour être démembrée en groupes montrant un gradient d'évolution qui expliquera la marche évolutive et géographique.

## EXPÈCES TROUVÉES

### Genre *Arcella*

- N. 1) *Arcella megastoma congolensis* VAN OYE Fig. 1  
2) „ *vulgaris* EHRENBURG Fig. 2  
N. 3) „ „ var. *depressa* n. var Fig. 3

### Genre *Diffugia*

- N. 4) *Diffugia Leidyi* WAILES 4, Fig. 5  
N. 5) „ *masuruzii* n. sp. Fig. 6—7

### Genre *Centropyxis*

- N. 6) *Centropyxis aculeata* (EHRENBURG) STEIN var. *minima* VAN OYE Fig. 8



- 7) *Centropyxis aërophila* DEFLANDRE Fig. 9  
 N. 8) „ *cassis* (WALLICH) DEFLANDRE var. *minima* VAN OYE Fig. 10  
 N. 9) „ *pyriformis* n. sp. Fig. 11

### Genre Cyclopyxis

- N. 10) *Cyclopyxis deflandrei* VAN OYE Fig. 12, 13  
 N. 11) „ *kahli* DEFLANDRE Fig. 14

### Genre Heleopera

- N. 12) *Heleopera sylvatica* Penard

### Genre Nebela

- N. 13) *Quadrullella acuminata* n. sp. Fig. 15  
 N. 14) „ *symmetrica* WALLICH var. *Kivuensis* n. var. Fig. 16  
 N. 15) *Nebela caudata* LEIDY Fig. 17  
 N. 16) „ *dentistoma* PENARD Fig. 18  
 N. 17) „ *militaris* PENARD Fig. 19  
 N. 18) „ *tubulata* BROWN Fig. 20  
 N. 19) „ *vas* CERTES Fig. 21—22—23  
 20) „ *wailesi* DEFLANDRE Fig. 24—25—26

### Genre Jungia

- N. 21) *Jungia intermedia* n. sp. Fig. 27

### Genre Hyalosphenia

- N. 22) *Hyalosphenia minuta* CASH Fig. 28  
 N. 23) „ *schoutedeni* VAN OYE var. *rotunda* n. var. Fig. 29

### Genre Euglypha

- N. 24) *Euglypha ciliata* EHRENBERG Fig. 30  
 25) „ *compressa* CARTER var. *glabra* CASH  
 N. 26) „ *curvata* n. sp. Fig. 31  
 27) „ *filifera* PENARD var. *magna* n. var. Fig. 32  
 28) „ *laevis* (EHRENBERG) PERTY Fig. 33  
 N. 29) „ *marginata* n. sp. Fig. 34  
 N. 30) „ *strigosa* EHRENBERG Fig. 35  
 N. 31) „ *symoensi* n. sp. Fig. 36

### Genre Assulina

- 32) *Assulina muscorum* GREEFF Fig. 37  
 N. 33) „ *quadratum* n. sp. Fig. 38—39—40

## Genre *Corythion*

N. 34) *Corythion dubium* TARANEK Fig. 41

N. 35) „ *pulchellum* PENARD Fig. 42

## Genre *Trinema*

36) *Trinema enchelys* (EHRENBERG) LEIDY

## Genre *Amphitrema*

N. 37) *Amphitrema congolense* n. sp. Fig. 43—44

### I. Le genre *Arcella*

Le genre *Arcella* est très fréquent dans la partie ouest du Congo, c.à.d. la plaine congolaise.

Elle y a la seconde place, si l'on range les genres par fréquence. Elle occupe sixième place dans l'ordre de fréquence de la faune des montagnes.

D'autre part, les espèces rencontrées sont des espèces plutôt rares dans les pays les mieux connus: l'Europe et l'Amérique du Nord.

Déjà en 1949, dans „Les Rhizopodes de Java” j'ai fait la remarque, en parlant de *Arcella vulgaris* EHRENBERG, que j'avais rencontrée dans le matériel de KOLKWITZ récolté à une altitude de 2.400 à 3.000 m.:

„Cette espèce, qui était assez rare dans mon matériel, est cependant une des plus communes de Java, comme on peut le constater par mes données de 1922.”

Maintenant que notre attention est attirée sur ce fait, nous devons faire remarquer que lors de cette observation concernant Java en 1949, j'avais du matériel provenant d'altitudes de plus de 2.000 m. tandis que le matériel qui a fait l'objet de ma publication de 1922 provenait en tout premier lieu de la plaine ou d'altitudes bien inférieures à 1.000 m.

Nous voyons donc ici des faits tout à fait analogues à ce que nous observons pour *Nebela vas* CERTES qui n'a jamais été trouvée jusqu'à présent, dans la partie basse du Congo, ni de l'Afrique équatoriale en général. Quoique un certain nombre d'auteurs se sont déjà occupés des Rhizopodes de l'Afrique équatoriale, deux seulement GAUTHIER-LIÈVRE et moi-même, ont rencontré cette espèce, et cela uniquement à des altitudes dépassant 1500 m.

Dans cet ordre d'idées, nous voyons que les espèces du Genre *Arcella* sont fréquentes dans la plaine tropicale africaine et deviennent rares dans des régions plus élevées. De plus, ce sont le plus souvent les espèces peu fréquentes des plaines que l'on rencontre dans les endroits dépassant 2.000 m. Toutes ces constatations sont

concordantes et nous ont amenés à des conclusions générales dans le domaine de la biogéographie.

D'autre part, non seulement la présence ou l'absence d'une ou de plusieurs espèces est importante, mais aussi la proportion des genres, comme je l'ai déjà maintes fois montré.

Dans cet ordre d'idées nous voyons que le genre *Arcella* est proportionnellement à la 5<sup>me</sup> place au Congo belge à partir d'environ 2.000 m d'altitude, tandis qu'il occupe la 2<sup>me</sup> place de la faune rhizopodique de la plaine congolaise. Sous ce rapport il est également très important d'observer que dans le matériel de la Nouvelle-Zélande nous n'avons rencontré aucune espèce du genre *Arcella*. Vu le petit nombre d'échantillons, nous ne pouvons certes pas en conclure que ce genre n'existe pas en Nouvelle-Zélande, mais nous pouvons bien en conclure qu'il y est plutôt rare.

Ceci peut être affirmé d'autant plus que l'examen de ce matériel a montré que les échantillons sont riches en thécamoebiens. Ce n'est donc pas la pauvreté du milieu en thécamoebiens en général qui peut être mise en cause.

Si importants et si intéressants que puissent être ces faits, il faut cependant faire remarquer que les prélèvements ont le plus souvent été exécutés par différentes personnes.

Pour cette raison il faut attacher, là où la chose est possible, le plus d'importance aux résultats obtenus à la suite d'examens faits par une personne, surtout si matériel a été recueilli par la même personne et enfin si possible, par l'examineur lui-même.

On comprendra cependant combien il est exceptionnel d'avoir ces conditions idéales réalisées.

Du genre *Arcella* on connaissait jusqu'à présent 15 espèces au Congo belge. Dans le matériel de SYMOENS je n'ai trouvé qu'une espèce et deux variétés.

Seule l'espèce *A. vulgaris* avait déjà été trouvée au Congo. Le nombre d'espèces et de variétés connues se chiffre donc maintenant à 17.

En Afrique centrale les espèces du genre *Arcella* se présentent en plus grand nombre dans la plaine congolaise, leur nombre diminue au fur et à mesure qu'augmente l'altitude. L'inverse se présente pour le genre *Nebela*, comme on verra plus loin, et une répartition plus ou moins analogue se présente pour le genre *Diffugia*.

Ce qui nous permet de conclure que cette répartition n'est pas arbitraire ni due au hasard.

# Arcella megastoma congolensis van Oye (Fig. 1)

Habitats: 2119, 2152

Mensurations:	Diam.	Diam.Bouche	D/D.B.
	75 $\mu$	31 $\mu$	2,41
	76 $\mu$	32 $\mu$	2,37
	80 $\mu$	32 $\mu$	2,5
	72 $\mu$	33 $\mu$	2,18
	73 $\mu$	33 $\mu$	2,21
	75 $\mu$	35 $\mu$	2,14
moyennes:	75 $\mu$	32,6 $\mu$	2,28
limites:	72—80 $\mu$	31—35 $\mu$	2,14—2,50

L'espèce est très rare en Europe, HOOGENRAAD et DE GROOT ne la citent pas dans leur faune Rhizopodique de la Hollande. (Fauna van Nederland, afl. IX, Zoetwaterrhizopoden en -Heliozoën). En Belgique elle n'a pas encore été rencontrée (VAN OYE 1956).

Une seule fois je l'ai trouvée au Grand-Duché de Luxembourg dans un étang dans une forêt à un pH de 6.

Dans le matériel examiné elle était plutôt abondante. Il faut cependant faire remarquer que les dimensions de PENARD: Diam. 190 à 365  $\mu$  et diam. de la bouche 100 à 190  $\mu$  et celles de DEFLANDRE: Diam. 180 à 268  $\mu$  et diam. de la bouche 68 à 131  $\mu$  sont toutes différentes des miennes en ce qui concerne les exemplaires du matériel de SYMOENS, tandis que celles du matériel du Grand-Duché de Luxembourg correspondaient fort bien avec les mensurations de PENARD et de DEFLANDRE. La difficulté d'un point de vue biogéographique et systématique est qu'à la suite de nos connaissances générales actuelles, sur les variations éventuelles des espèces suivant un gradient géographique, les mensurations des auteurs telles qu'elles sont mentionnées ne peuvent pas nous servir.

En effet, suivant l'ancienne façon d'agir nous devrions admettre comme diamètre de la coque et de l'ouverture buccale:

	Diam.	coque	bouche
PENARD		190—365	100—190
DEFLANDRE		180—268	68—131
VAN OYE		70— 80	31— 35
donc		70 à 365	31 à 190

Maintenant que notre attention est attirée sur le fait qu'il peut exister des races géographiques, il devient inadmissible de cumuler



toutes les données. Mais en ne considérant que les données de PENARD et de DEFLANDRE, qui ont examiné du matériel d'Europe nous aurions déjà:

Diam.	coque	bouche
PENARD	190—365	100—190
DEFLANDRE	180—268	68—131

Si minime que puisse être la différence, nous voyons que suivant l'ancienne méthode, notamment d'ajouter toujours les nouvelles données à celles dont on disposait jusqu'alors, nous arrivons à étendre petit à petit les limites, tandis que la différenciation graduelle qui peut se présenter nous échappe.

C'est uniquement parce que mon matériel provient d'une contrée très éloignée de celles dont provenait le matériel de PENARD et de DEFLANDRE, que la différence se fait frappante.

Maintenant que, à la suite de mes études sur les Desmidiées et les Rhizopodes par rapport à leur répartition géographique, mon attention a été éveillée, les différences minimales me sont apparues de grande importance.

Il semble bien que DEFLANDRE n'attache aucune importance aux différences de la relation diam. coque 190 à 365 et diam. bouche 100 à 190 d'un côté, et diam. coque 180—268 et diam. bouche 68 à 131 de l'autre. Or, à présent cela nous frappe d'observer que dans les deux cas les chiffres de DEFLANDRE sont plus bas, aussi bien pour les minimums que pour les maximums, que ceux de PENARD.

Si à l'époque où travaillaient ces auteurs il aurait été d'usage de donner les mensurations par exemplaire, nous pourrions encore maintenant calculer par exemplaire les proportions diam. coque: diam. bouche, et peut-être en tirer des conclusions systématiques importantes.

Malgré le manque de ces informations précises, nous pouvons conclure qu'il y a une différence nette entre l'ensemble des mensurations de PENARD et de DEFLANDRE et nous pouvons observer que ces différences corroborent mes conclusions. Ceci nous amène à admettre que, jusqu'à preuve du contraire, on peut les considérer comme exactes. Ce qui veut dire que pour l'*Arcella megastoma* PENARD, nous devons admettre des races géographiques et que, suivant les règles de la nomenclature, nous devons indiquer de telles races par la nomenclature trinaire. Ce qui deviendrait: *Arcella megastoma congolensis*, VAN OYE.

### ***Arcella vulgaris* Ehrenberg (Fig. 2)**

Habitats: 2112, 2119

Dimensions: Diam. 97  $\mu$  Haut. 44  $\mu$  H/D 0,45 D/H 2,20  
77  $\mu$  38  $\mu$  0,49 D/H 2,02

Les exemplaires que j'ai rencontrés dans le matériel de J. J. SYMOENS étaient un peu moins grands que ceux mesurés par DEFLANDRE. Ici cependant nous avons une gamme de mensurations qui diffèrent légèrement les unes des autres. Il est de la plus grande importance de rappeler ici l'observation de DEFLANDRE: „A côté de la forme typique répondant exactement à la description et surtout aux figures données, il en existe encore d'autres qu'il ne nous est pas encore possible à l'heure actuelle de définir, de délimiter avec assez de précision pour pouvoir leur attribuer un rang variétal... ou spécifique. Provisoirement nous en ferons des formes de l'*A. vulgaris*. Sommes-nous bien inspiré? L'avenir le dira. Certaines d'entre elles sont peut-être de bonnes variétés ou mêmes des espèces distinctes, mais dont les caractères différentiels les plus constants nous ont échappé jusqu'ici.”

Je pense que tous les thécamoebologistes peuvent souscrire ces mots. En tout cas je le fais pour ma part. La valeur systématique des formes d'*Arcella vulgaris* EHRENBURG est jusqu'à présent un labyrinthe dont aucun auteur n'a encore trouvé l'issue.

Les dessins que je donne ici et qui ont été faits sur les projections à l'aide d'un miroir, de façon que toute interprétation, même involontaire, est exclue, nous montre des profils très nets qui ne laissent aucun doute.

Il faut cependant faire remarquer ici que l'espèce *Arcella vulgaris* EHRENBURG, qui est très commune dans certaines régions tropicales, e.a. à Java, est excessivement rare dans le matériel de J. J. SYMOENS. Pour le moment nous ne pouvons considérer ceci que comme une indication, car les recherches dans les parties élevées du Congo belge sont encore trop peu nombreuses pour permettre des conclusions bien établies.

### ***Arcella vulgaris* Ehrenberg var. *depressa* n. var. (Fig. 3).**

Habitat: 2112

Dimensions: Diam. 103  $\mu$  H. 40  $\mu$  Diam.B 40  $\mu$  H/D 0,38  
D/H 2,57 D/D.B 2,57

En 1953 j'ai suivi PLAYFAIR en admettant une variété *depressa* d'*Arcella hemispherica* PERTY.

Pour être logique avec moi-même je dois considérer les quelques exemplaires très rares d'*Arcella vulgaris* qui présentaient un dome

aplaté comme une variété *depressa*. Je dois cependant y ajouter, à l'encontre de ce que j'ai dis en 1953 pour l'*Arcella hemispherica depressa*, que la forme avec un dome aplati chez l'*Arcella vulgaris* dans le matériel examiné, ne présentait aucun type de transition et que le dome était régulièrement aplati de façon à présenter en vue de profil une ligne parallèle avec la ligne de base, nettement horizontale sur la figure, l'orifice buccal étant tourné vers le bas.

La variété *depressa* n'est probablement pas limitée à la région de provenance du matériel.

### Genre *Difflugia*

Du genre *Difflugia* 16 espèces ont été trouvées au Congo belge. Ce qui représente un très petit nombre puisque l'on distingue environ 130 à 145 espèces et variétés de ce genre.

D'autre part, je n'ai pas encore rencontré d'échantillon provenant du Congo belge dans lequel une espèce de *Difflugia* était réellement commune. Le plus grand nombre d'espèces a été rencontré dans la partie basse, dans l'est et dans le centre.

DECLOÎTRE a trouvé 17 espèces et variétés dans l'Afrique occidentale française. Ce qui correspond très bien avec nos données du Congo belge.

Dans le matériel de SYMOENS je n'ai trouvé que deux espèces. Ce genre a pour le moment une grande importance biogéographique par la place qu'il occupe dans la faune rhizopodique suivant la méthode que DECLOÎTRE et moi-même nous appliquons ces dernières années. Mais jusqu'à présent on ne peut pas encore établir avec certitude une distribution géographique des espèces.

Il faut aussi remarquer que tous les exemplaires rencontrés dans le matériel de SYMOENS ne portaient que fort peu de grains de quartz.

Au point de vue de la distribution géographique le genre *Difflugia* peut être comparé au genre *Arcella*.

Les espèces sont plus nombreuses dans la plaine congolaise qu'aux altitudes.

Avec la nouvelle espèce *masaruzii* on connaît jusqu'à présent 17 espèces et variété au Congo belge.

#### *Difflugia eidy* Wailes (Fig. 4, 5)

Echantillon: 2112

Dimensions:	L.	l.	B	L/l
	69 $\mu$	67 $\mu$	37 $\mu$	1,03
	71 $\mu$	70 $\mu$	50 $\mu$	1,01

L'espèce *D. Leidy* WAILES, a été créée en 1913 par WAILES. Elle semble très rare.

Nos exemplaires correspondent très bien à la description des différents auteurs, mais la forme générale en diffère un peu. Je ne crois néanmoins pas avoir affaire à une nouvelle forme soit une variété, ou espèce ou sub-espèce.

Les exemplaires du matériel de SYMOENS étaient d'un brun foncé, la coque était couverte de diatomées et de parties brunes de sapropèle, dont plusieurs avaient une forme de boudin; par-ci par-là on voyait un grain de quartz.

Forme encore trop peu connue pour qu'on puisse tirer des conclusions écologiques ou biogéographiques.

Elle semble liée au sphagnum.

Elle est nouvelle pour le Congo-belge.

### ***Diffflugia masaruzii* n. sp. (Fig. 6, 7)**

Echantillons: 2110

Dimensions:	L.	l.	B	L/l.
	72 $\mu$	50 $\mu$	28 $\mu$	1,44
	78 $\mu$	44 $\mu$	30 $\mu$	1,77

Cette forme de *Diffflugia* qui me semble nouvelle, se rapproche de *D. rubescens* PENARD et de *D. lucida* PENARD.

Elle se distingue facilement de *D. lucida* par l'absence d'une rangée de grains autour de la bouche.

PENARD décrit très bien ce détail: „Autour de la bouche ces éléments sont également plus petits, mais plus épais et plus brillants, et forment un ourlet ou renflement qui se distingue facilement” Cette caractéristique s'observe en effet aisément. J'ai rencontré cette espèce en 1948 dans le matériel de LEBRUN (p. 28).

Jamais je n'ai trouvé un exemplaire dans le matériel de SYMOENS présentant ce caractère. D'autre part les grains de quartz des formes rencontrées dans le matériel de SYMOENS étaient bien plus grands. Quant à *D. rubescens*, elle présente une forme générale différente de *masaruzii* et elle a une coque „toujours plus ou moins recouverte soit de diatomées, soit de petits débris qui parfois la font paraître feutrée” d'après PENARD (1902, p. 227)

La coque de *masaruzii* ne correspond nullement à cette description. D'autres caractères distinguent également la nouvelle espèce de la *D. rubescens* ce qui nous conduit à formuler la diagnose de *D. masaruzii* comme suit:

*Diffflugia* à coque chitinoïde transparente incolore là où elle n'est pas recouverte de fragments organiques brunâtres, et portant des grains de quartz peu nombreux mais très grands et très distincts. Bouche sans ourlet de plaques, à bord parfois plus ou moins ondulé à cause des parties de la coque qui dépassent le bord.



Longueur 72 à 78  $\mu$ , largeur 44 à 50  $\mu$ .

La largeur de l'ouverture buccale est de 28 à 30  $\mu$  et le rapport de la largeur à la longueur de 1,44 à 1,77  $\mu$ .

Forme générale trapue plus ou moins ovoïde à bords latéraux presque parallèles, sans col.

Le fond de la coque est arrondi.

### Genre *Centropyxis*

La difficulté à distinguer les espèces et les variétés de ce genre — à cause, entre autres, du polymorphisme des espèces — a pour conséquence qu'il n'est pas possible pour le moment de se rendre exactement compte de la distribution géographique des espèces de ce genre.

Il est certain que rien que l'aspect général des espèces de *Centropyxis* diffère suivant que l'on a affaire à du matériel de différentes contrées très éloignées, mais il est impossible pour le moment de dire exactement en quoi consiste la différence et si elle doit être considérée comme assez importante pour séparer sous l'une ou l'autre forme les individus examinés des espèces et variétés connues.

Ce n'est qu'en comparaison avec ce que nous avons vu concernant les espèces des genres *Arcella*, *Diffflugia*, *Nebela* et autres, que nous devons admettre l'existence de différences suivant des groupes géographiques.

Les espèces elles-mêmes diffèrent relativement peu entre elles. Au point de vue biogéographique ce genre est cependant d'une grande importance même à l'état actuel de sa systématique difficile.

C'est notamment un des genres qui est représenté dans la faune rhizopodique de certaines contrées par un très grand nombre d'espèces et d'individus. Dans d'autres contrées au contraire les représentants de ce genre sont rares. Il s'en suit que dans la liste comparative de l'importance relative des genres, *Centropyxis* est dans certains cas très en avant, dans d'autres au contraire très en arrière.

Cette position relative fait partie du caractère de la faune rhizopodique de la région examinée.

### *Centropyxis aculeata* (Ehrenberg) Stein var. *minima* van Oye (Fig. 8)

Echantillons: 2112, 2115

Dimensions:	Diam.	Diam.B	H.	D/Diam B
	82 $\mu$	39 $\mu$	54 $\mu$	2,10
	85 $\mu$	38 $\mu$		L/. 2,23

Je dois renvoyer ici le lecteur à ce que j'ai dit dans mon travail sur les Rhizopodes du Vénézuéla concernant le genre *Centropyxis*

en général et l'espèce *aculeata* (EHRENBERG) STEIN en particulier.

Les exemplaires de *C. aculeata* (EHREHBERG) STEIN var *minima* VAN OYE que j'ai trouvés dans le matériel de SYMOENS présentaient les caractères suivants:

La coque chitinoïde était recouverte de petite pierres très rares dans les deux cas. Chez un des exemplaires il y avait assez bien de diatomées, tandis que l'autre n'en avait pas. Dans ce dernier cas la bouche était bordée par quelques grains de quartz plus grands, sans cependant être complètement entourée comme cela est généralement le cas chez *Centropyxis aculeata*. D'autre part, la coque portait des particules de sapropèle donnant au tout un aspect sale, foncé.

Vu les dimensions, nous devons considérer les exemplaires rencontrés comme appartenant à la variété *minima* que j'ai distinguée lors de l'examen du matériel du Vénézuéla. Il faut encore faire remarquer que presque jamais les exemplaires sont absolument circulaires, mais que d'autre part le rétrécissement de la coque du côté de la bouche, comme on l'observe dans la variété *oblonga*, manque complètement, ce qui distingue nettement cette dernière variété de la variété *minima*.

Nos exemplaires du marais de la haute Ngovi sont légèrement plus grands que ceux du Vénézuéla.

Cette variété est nouvelle pour l'Afrique centrale.

### **Centropyxis aerophila Deflandre (Fig. 9)**

Echantillon:

Dimensions: L. 78  $\mu$  H. 50  $\mu$  B int. 22  $\mu$  B.ex. 40  $\mu$

Cette espèce est rare dans le matériel examiné, ce qui n'étonne pas, au contraire, sa présence ici est exceptionnelle.

Elle a déjà été trouvée au Congo belge dans son milieu naturel par KUFFERATH et VAN OYE.

DEFLANDRE dit: Elle est rare et accidentelle en d'autres habitats, (que les mousses qui recouvrent le tronc des vieux arbres), mousses sylvatiques ou sphagignes.

DECLOÎTRE l'a rencontrée en Afrique occidentale française dans les eaux de M'Baonaz de Fatick.

Comme on peut le constater, l'oecologie de cette espèce est encore peu connue.

### **Centropyxis cassis (Wallich) Deflandre var. minima n. var. (Fig. 10)**

Echantillon: 2112

Dimensions:	L.	1	B.	L/l
	40 $\mu$	32 $\mu$	18 $\mu$	1,25
	40 $\mu$	33 $\mu$	20 $\mu$	1,21

DEFLANDRE, dans sa monographie du genre *Centropyxis* STEIN, dit à propos de la *C. cassis* (WALLICH) DEFLANDRE: " Cette espèce pourrait être considérée comme une variété pierreuse de la *Centropyxis aerophila* dont elle a l'allure générale. Ce serait alors la forme particulière aux marais qui serait reliée au type par la var. *sylvatica*, déjà un peu pierreuse. Il faut faire remarquer ici que nos exemplaires, qui se distinguent par la taille de l'espèce *cassis* (WALLICH) DEFLANDRE, ne présentaient que peu de granulations pierreuses.

Il est à remarquer qu'aucun des exemplaires du genre *Centropyxis* trouvés dans le matériel de SYMOENS ne répond dans tous les détails aux descriptions des types.

D'autre part les espèces trouvées sont représentées par de rares individus.

Ceci prouve ce que j'ai dit au sujet de l'importance au point de vue biogéographique du genre *Centropyxis* (voir plus haut).

### ***Centropyxis pyriformis* n. sp. (Fig. 11)**

Echantillon: 2112

Mensuration: L. 79  $\mu$  b 70  $\mu$  B 25 L/l 1,12

Dans sa monographie du genre *Centropyxis*, DEFLANDRE a créé une variété *oblonga*, et c'est à cette variété que j'ai d'abord pensé en voyant les formes que j'ai rencontrées dans le matériel de SYMOENS. Après comparaison avec les figures de DEFLANDRE, et surtout en tenant compte du texte de la monographie de cet auteur, j'en arrive à une toute autre conception.

Il faut distinguer dans l'ancien groupe des *C. aculeata* deux divisions:

- 1) Les circulaires dont il y a des formes étirées et dont *oblonga* DEFLANDRE fait partie.

Dans ce groupe, quand la forme est étirée, il y a toujours deux longs côtés parallèles.

- 2) Un groupe pyriforme qui ne peut donc jamais être circulaire, car il y a toujours deux côtés convergeant vers le pseudostome.

Dans ce cas le pôle du pseudostome est toujours plus étroit que le fond de la coque.

Chez les deux groupes il peut y avoir des variétés dans les mêmes directions.

Nous distinguons d'abord, suivant la diagnose de DEFLANDRE:

Coque à contours plus ou moins arrondis, comprimée de haut en bas et plus en avant qu'en arrière, de manière à présenter une face inférieure aplatie et une face dorsale renflée plus élevée en arrière. La bouche est ventrale excentrique et antérieure, arrondie ou irrégulière.

- A. Coque à contour circulaire ou à peu près: *aculeata*.  
 B. Coque à contour plus ou moins trapézoïde ou pyriforme: *pyriformis*.

L'espèce *aculeata* présente les variétés:

*tropica* DEFLANDRE

*oblonga* DEFLANDRE (partim)

*grandis* DEFLANDRE

*minima* VAN OYE

L'espèce *pyriformis*

De ce point de vue toutes les formes d'*aculeata* doivent être revues, les différents auteurs n'ayant pas fait la distinction entre les formes *aculeata* circulaires ou allongées à parois parallèles et les formes *pyriformes* à parois convergeant vers le pôle du pseudostome. Je fis la même omission dans mon travail sur les Rhizopodes du Vénézuéla.

L'espèce *Centropyxis pyriformis* se distingue donc de *C. aculeata* par sa forme rétrécie vers la pôle pseudostomique.

L. 78—80  $\mu$  1.70  $\mu$  B 25  $\mu$  L/l. 1,12

Il est certain que les dimensions varieront plus ou moins mais jusqu'à ce que cette forme sera retrouvée nous préférons ne pas devancer les résultats des recherches ultérieures.

### Genre *Cyclopyxis*

En ce qui concerne le genre *Cyclopyxis* dans son ensemble nous devons faire la même observation comme pour le genre *Centropyxis*.

#### *Cyclopyxis deflandrei* van Oye (Fig. 12, 13)

syn. *Cyclopyxis arcelloïdes* Penard var. *minima* van Oye

Echantillon: 2108

Dimensions:	D.	D.B.	H.	D/D.B.	D/H
	44 $\mu$	20 $\mu$	30 $\mu$		
	45 $\mu$	22 $\mu$	30 $\mu$		

Quant à la question s'il faut parler d'un sous-genre *Cyclopyxis* comme le fait DEFLANDRE dans sa monographie du genre *Centropyxis*, j'ai dit pourquoi à mon avis il faut considérer les formes à bouche centrale comme appartenant au genre *Cyclopyxis* et celles à bouche excentrique au genre *Centropyxis*. (Neue Rhizopoden aus Afrika, 1932). Depuis lors le genre *Cyclopyxis* a été admis par plusieurs auteurs et de nouvelles espèces ou variétés sont venu s'ajouter aux espèces déjà connues, mais cela n'a pas simplifié le systématique de ce genre, bien au contraire. L'espèce *C. arcelloïdes* PENARD a une coque recouverte de petites écailles plates à face inférieure très faiblement invaginée, comme le dit PENARD, et DEFLANDRE dans sa



monographie emploie exactement les mêmes termes pour décrire cette espèce. Or, tous les exemplaires que j'ai rencontrés avaient une coque chitinoïde, avec ou sans écailles, mais toujours excessivement difficiles à voir, tandis qu'il portaient toujours des grains de quartz.

En 1951, en étudiant les Rhizopodes du Grand Duché de Luxembourg, j'ai cru avoir affaire à une petite forme de *C. arcelloïdes* PENARD. Mais jamais je n'ai rencontré un seul exemplaire répondant exactement à la description de PENARD, et tous nos exemplaires présentent les mêmes caractéristiques, je crois donc qu'il faut considérer ces formes comme appartenant à l'espèce que j'ai décrite en 1956 comme *Cyclopyxis deflandrei*.

Dans ce cas notre variété *minima* de *Cyclopyxis arcelloïdes* tombe et doit être considérée comme synonyme de *Cyclopyxis deflandrei* VAN OYE 1956.

### **Cyclopyxis kahli Deflandre (Fig. 14)**

Echantillon: 2108

Dimensions: D 100  $\mu$  D.B. 40  $\mu$  H. 70  $\mu$  D/DB 2,50 D/H. 1,42

L'exemplaire que j'ai observé ressemble en tout à l'espèce *C. kahli* décrite par DEFLANDRE. Les dimensions diffèrent cependant un peu, mais il me semble que l'écart n'est pas assez grand pour en faire une nouvelle espèce. Ni même une variété. La bouche est toujours entourée d'une série de petites pierres, comme le décrit DEFLANDRE pour l'espèce qu'il appelle *kahli*, tandis que pour son espèce *eurystoma* il dit: bouche circulaire proportionnellement grande, à bord entier lisse.

Ce dernier caractère se présente nettement chez les exemplaires rencontrés par DECLOÎTRE, comme le montrent ses figures. La description de *C. eurystoma* DEFLANDRE var. *stenostoma* DECLOÎTRE diffère complètement par la forme de la bouche de l'espèce rencontrée par nous dans le matériel de SYMOENS.

### **Genre Heleopera**

*Heleopera* est un genre qui semble être cosmopolite, mais aucune espèce de ce genre n'avait encore été trouvée au Congo belge.

### **Heleopera sylvatica Penard**

Echantillon: 2108

Dimensions: L. 40  $\mu$  L. 25  $\mu$  B. 14  $\mu$  Diam. moy. 11  $\mu$  L/l 1,6

L'exemplaire de cette espèce, qui est la seule à représenter le genre *Heleopera* dans le matériel de SYMOENS, correspond en tous points avec *H. sylvatica* PENARD.

Elle présente cependant des dimensions un peu plus petites que celles de *sylvatica* de la littérature.

Je ne crois pas que la différence de la taille soit suffisamment grande pour en faire une variété. Les écailles étaient très difficiles à distinguer et le fond de la thèque n'était pas pourvu de grains de quartz, tout comme chez les exemplaires suisses observés par PENARD. C'était également le cas pour CASH.

Nous avons trouvé cette espèce dans du sphagnum.

DECLOÏTRE, en 1953, a trouvé *H. sylvatica* PENARD en Afrique occidentale française dans les eaux de Balalakha.

### Genre *Nebela*

Depuis la publication de la monographie du genre *Nebela* LEIDY par G. DEFLANDRE (1936), nos connaissances au sujet de ce groupe de Rhizopodes ont fait d'énormes progrès, aussi bien au point de vue systématique qu'oecologique et biogéographique.

Néanmoins les conceptions systématiques sont encore loin d'être précises.

Dans le sous-genre *Quadrullella* le nombre d'espèces qui n'était que 4 en 1936 a augmenté depuis, mais il est fort difficile de dire si, après une révision minutieuse et approfondie du groupe, toutes les formes décrites comme nouvelles pourront être considérées comme telles.

Toutefois, nous voyons qu'en 1949 VAN OYE décrit comme nouvelle une espèce de Java qu'il appelle *Quadrullella lageniformis*.

En 1953 Mme GAUTHIER-LIÈVRE décrit une nouvelle espèce *Quadrullella elegans* et une nouvelle forme de *Quadrullella symmetrica*, notamment *lanceolata*, ainsi qu'une nouvelle variété de la même espèce qu'elle appelle *tubulata*. Enfin, en 1956, VAN OYE a décrit une nouvelle espèce du Vénézuéla: *Quadrullella elongata*.

C'est cependant surtout au point de vue de l'oecologie et de la biogéographie que nos connaissances au sujet du genre *Nebela* se sont accrues.

Ce genre nous a prouvé deux faits très importants au point de vue biogéographique.

1e Qu'il a y une dispersion biogéographique indéniable en ce qui concerne les espèces.

2e Que l'aspect général des faunes rhizopodiques varie d'après les contrées et que par là-même, cet aspect présente une valeur biogéographique.

★ ★ ★

Les différentes espèces et variétés de *Quadrullella* décrites jusqu'à présent peuvent être distinguées comme suit:

Table dichotomique du genre *Quadrullella* COCKERELL

- 1) Avec plaquettes secondaires plus petites que celles du corps et placées aux angles de ces dernières. 3.
- 2) Thèque formée par des écailles carrées ou rectangulaires rarement arrondies. 5.
- 3) Coque pyriforme  
*Q. scutellata* WAILES 1912.
- 4) Coque lagéniforme  
*Q. lageniformis* VAN OYE 1949
- 5) Coque pyriforme à base arrondie  
*Q. symmetrica* (WALLICH) F. SCHULZE 1875  
Variétés de *Q. symmetrica* 6.—10.
- 6) Coque allongée var. *longicollis* TARANEK 1882
- 7) Plaquettes irrégulièrement disposées.  
var. *irregularis* PENARD 1911
- 8) Extrémité antérieure recourbée, coque en forme de cornue  
var. *curvata* WAILES 1912
- 9) Très élancée, étroite.  
var. *lanceolata* GAUTHIER-LIÈVRE 1953  
Madame GAUTHIER-LIÈVRE rattache cette forme à *G. symmetrica* var. *longicollis* TARANEK. Il me semble qu'il faut en faire une variété de *G. symmetrica*
- 10) Coque plus ou moins lagéniforme à col long; plaquettes irrégulièrement disposées. Dim. L. 70—100  $\mu$  l. 42—50  $\mu$ , col 30—45  $\mu$  de haut, bouche 20—22  $\mu$ .  
var. *tubulata* GAUTHIER-LIÈVRE 1953.
- 11) Petite espèce très allongée sans col distinct.  
L. 65  $\mu$  l. 22  $\mu$  bouche 11  $\mu$   
*Q. ellongata* VAN OYE 1952
- 12) Variété trapue piriforme à plaquettes inégales et irrégulièrement disposées, pseudostome sans bourrelet.  
L. 130  $\mu$  l. 77  $\mu$  b. 30  $\mu$   
*Q. symmetrica* var. *kivuensis* VAN OYE 1957
- 13) Forme de taille moyenne pseudostome à bourrelet net et pores latéraux très nets vers le premier quart  
L. 100—110  $\mu$  l. 48—50  $\mu$  bouche 20  $\mu$   
*Q. elegans* GAUTHIER-LIÈVRE 1953
- 14) Coque pyriforme à base arrondie, bouche à bourrelet bien marqué. Plaquettes rectangulaires ou carrées irrégulièrement dispo-

sées. Parfois par-ci par-là des plaquettes rondes entre les plaquettes rectangulaires.

L. 74—93  $\mu$  l. 45—60  $\mu$  bouche 20—30  $\mu$

*Q. tropica* WAILES 1912

15) Coque ovoïde à base arrondie

L. 100—150  $\mu$ ; l. 60—100  $\mu$

*Q. quadrigera* DEFLANDRE 1936

16) Base de la coque en pointe, plaquettes carrées, celles de la pointe triangulaires

*Q. acuminata* VAN OYE 1957

Le (sous) genre *Quadrullella* COCKERELL comperend donc les espèces et varietés suivantes:

*Q. symmetrica* (WALLICH) F. SCHULZE

„ var. *longicollis* TARANEK

„ „ *lanceolata* GAUTHIER LIÈVRE

„ „ *irregularis* PENARD

„ „ *curvata* WAILES

„ „ *tubulata* GAUTHIER-LIÈVRE

„ *kivuensis* VAN OYE

*Q. tropica* WAILES

*Q. elongata* VAN OYE

*Q. quadrigera* DEFLANDRE

*Q. scutellata* WAILES

*Q. lageniformis* VAN OYE

*Q. elegans* GAUTHIER-LIÈVRE

*Q. acuminata* VAN OYE

★ ★  
★

Les espèces et variétés du genre *Nebela* rencontrées dans le matériel de J. J. SYMOENS, sans parler du sous genre *Quadrullella*, forment sans aucun doute la partie la plus importante, au point de vue biogéographique, de la présente étude.

Il est à remarquer que 3 espèces seulement avaient été trouvées au Congo belge jusqu'à présent.

Deux, *N. collaris* (EHRENBERG) LEIDY et *N. americana* TARANEK de la plaine congolaise et *N. wailesii* DEFLANDRE dans le matériel de J. LEBRUN d'une altitude de 2.226 m.

Ce qui attire également l'attention est qu'aucune espèce du sous-genre *Quadrullella* n'avait été trouvée jusqu'à présent au Congo belge.

En 1948, alors que je n'avais pas encore envisagé la dispersion géographique des Thécamoebiens comme je le fais à présent, j'ai dit: „Quand on compare ces faits avec le grand nombre d'espèces trouvées



dans les provinces tropicales de la Néo-notogéa, nous pouvons conclure que le genre *Nebela* est surtout caractéristique de la Néo-notogéa. C'est surtout par le facies général, c'est à dire en l'occurrence le nombre proportionnel des espèces du genre *Nebela*, que se distingue la Néo-notogéa de l'Arctogéa sous ce rapport.

A la suite de l'étude de Mme GAUTHIER-LIÈVRE et de la présente étude, ma conception de la biogéographie des Thécamoebiens a changé et j'ai été amené à envisager la dispersion géographique des Thécamoebiens comme je l'ai exposé en 1956.

En ce qui concerne l'Afrique centrale, les parties d'altitude dépassant 1500 m du Graben africain, présentent des faunes thécamoebiennes rappelant les stades géologiques où l'Amérique du Sud, l'Afrique Centrale, l'Afrique du Sud, les îles Antarctiques, l'Australie et la Nouvelle-Zélande formaient un vaste bloc. J'appelle cette époque du point de vue biogéographique des Thécamoebiens, l'époque Gondwanienne.

Partout où le climat et les circonstances oecologiques ont permis la conservation plus ou moins complète de la faune thécamoebienne commune, nous retrouvons à l'époque actuelle cette faune thécamoebienne qui montre des analogies indiscutables.

En ce qui concerne les marais où SYMOENS a récolté le matériel que j'ai examiné, le résultat est frappant; huit espèces du genre *Nebela* dont une seule avait été trouvée antérieurement au Congo belge, et cela également à une altitude dépassant 1500 m.

Ce résultat est encore plus frappant si l'on examine le nombre d'espèces des différents genres.

Arcella	3
Diffugia	2
Centropyxis et Cyclopsis	6
Heleopera	1
Nebela	8
Jungia	1
Hyalosphenia	2
Euglypha	8
Assulina	2
Corythion	2
Trinema	1
Amphitrema	1

Or, les deux genres *Nebela* et *Euglypha* les moins bien représentés dans la faune thécamoebienne de la plaine congolaise, sont ici les plus importants.

Si nous ne tenons compte ici que du genre *Nebela*, nous voyons une complète concordance avec mon opinion émise en 1956.

Quant au genre *Euglypha*, j'en parlerai plus loin.

En examinant de plus près seulement le genre *Nebela*, nous voyons que c'est ici avec *Euglypha*, celui qui est représenté par le plus grand nombre d'espèces. En pourcentages nous avons:

<i>Nebela</i>	21.62
<i>Euglypha</i>	21.62
<i>Centropyxis</i>	16.21
<i>Arcella</i>	8.10
<i>Diffugia</i>	5.40
<i>Assulina</i>	5.40
Divers	21.62

Dans l'ordre qu'occupent les différents genres d'après le pourcentage il y a beaucoup de points incompréhensibles jusqu'à présent.

Probablement faudra-t-il de plus amples recherches avant de pouvoir déterminer la place que doivent prendre les genres par rapport à leur pourcentage, mais il est certain que nous avons trouvé une quantité relativement grande de *Nebela* et que surtout la plupart des espèces trouvées sont typiques et n'ont jamais été trouvées en Amérique du Nord ni en Europe.

D'autre part les *Centropyxis* sont rares, et surtout aussi les espèces du genre *Diffugia* sont très peu abondantes. Alors que dans le bas-Congo le genre *Diffugia* se trouve en tête de la liste, l'ordre est précisément l'inverse de celui qui se présente dans le matériel de SYMOENS.

Afin de permettre facilement la comparaison je transcris ici les pourcentages obtenus pour la faune thécamoebienne de l'ouest du Congo belge:

<i>Diffugia</i>	31 %
<i>Arcella</i>	25 %
<i>Centropyxis</i>	23 %
<i>Euglypha</i>	12 %
<i>Assulina</i>	4 %
<i>Nebela</i>	2 %

L'ordre et le montant des pourcentages sont absolument l'inverse de ce que nous avons obtenu par l'examen du matériel de SYMOENS.

On peut admettre qu'un examen plus approfondi de la faune thécamoebienne de la région dont provient le matériel examiné apportera des changements même importants dans nos résultats, mais il est certain que jamais on arrivera à une concordance entre les données de la faune thécamoebienne de la partie ouest du Congo et celle de la partie des grandes altitudes de l'ouest.

### **Quadrullella acuminata n. sp. (Fig. 15)**

Echantillon: 2108

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	102 $\mu$	60 $\mu$	13 $\mu$	1,7

La *Quadrullella acuminata* se distingue de toutes les autres espèces de ce genre par sa partie postérieure terminée en pointe.

Quant à ses dimensions, elle pourrait être rangée sous l'espèce *Quadrullella symmetrica*, mais celle-ci a la base largement arrondie.

Diagnose: Coque plutôt piriforme à base étirée en pointe à flancs convergeants, très légèrement concaves à la partie supérieure. Pas de bourrelet, terminé par un bord chitinoïde très peu prononcé presque droit.

Plaquettes carrées avec par-ci par-là une rectangulaire; ces dernières sont cependant peu nombreuses. Les plaquettes ne se recouvrent pas, mais sont juxtaposées sans laisser de lacunes, pas même aux angles.

Les plaquettes de la pointe postérieure ne sont pas carrées, mais allongées et triangulaires.

### **Quadrullella symmetrica (Wallich) F. Schulze var. kivuensis n. var. (Fig. 16)**

Habitat 2108

Mensurations: L. 130  $\mu$  l. 77  $\mu$  B. 30  $\mu$  L/l 1,66

L. GAUTHIER-LIÈVRE donne à la page 331 une figure qui correspond très bien avec celle que nous reproduisons. Dans la légende qui accompagne la planche nous lisons: „F. Individus du Kivu intermédiaires entre la variété *longicollis* et la var. *tubulata*.”

J'ai longtemps hésité également entre ces deux variétés et je me suis décidé à la fin d'en faire une variété-propre, surtout en voyant déjà qu'avant moi Madame L. GAUTHIER-LIÈVRE avait observé que la forme provenant du Massif du Kivu ne pouvait que difficilement être considérée comme *longicollis* ou comme var. *tubulata*. J'en ai conclu qu'il valait mieux en faire une variété spéciale.

La variété *kivuensis* présente des plaquettes de dimensions très variées, irrégulièrement disposées. Bouche sans bourrelet, formée par les plaquettes, mais qui ici également sont de dimension très variable.

### **Nebela caudata Leidy (Fig. 17)**

Dimensions:	L. sans cornes	L. avec corn.	l.	B	L/l
	47 $\mu$	55 $\mu$	35 $\mu$	14 $\mu$	1,34

Mme L. GAUTHIER-LIÈVRE 1953 a déjà trouvé la *N. caudata* LEIDY au massif du Kivu.

C'est la première fois que cette forme est mentionnée du Congo belge.

Elle est rare en Afrique et semble se rencontrer avant tout dans les régions élevées. Elle était connue de l'Amérique du Nord, de l'Amérique du Sud et de l'Australie.

A part en Angleterre elle n'a jamais été trouvée en Europe. On peut se demander si la mention de l'Angleterre ne repose pas sur une erreur de détermination, car à présent il y a tant de thécamoebologistes en Europe, qu'elle aurait du être trouvée dans d'autres pays européens si elle y existait. D'autre part il est excessivement difficile de se représenter cette espèce existant en Grande Bretagne alors qu'elle serait absente en Europe.

La *Nebela caudata* LEIDY est plutôt rare dans le matériel de SYMOENS.

### ***Nebela dentistoma* Penard (Fig. 18)**

Echantillons: 2112, 2119

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	102 $\mu$	78 $\mu$	30 $\mu$	1,24
	113 $\mu$	85 $\mu$	28 $\mu$	1,32

*Nebela dentistoma* PENARD est une espèce cosmopolite du genre *Nebela* dont cependant beaucoup d'espèces présentent une distribution géographique indéniable.

La *N. dentistoma* PENARD n'est pas rare en Afrique. DECLOÎTRE et GAUTHIER-LIÈVRE l'y ont également rencontrée et même en différents endroits.

Quant à l'orifice buccal, un de nos exemplaires mesurés ressemble beaucoup à la variété *hespera* WAILES, mais les dimensions la rapportent plutôt à l'espèce même. DEFLANDRE considère cette espèce comme cosmopolite et DECLOÎTRE (1953) dit: „Cette espèce n'est pas rare en Afrique”. Cependant je ne pense pas que nous pouvons résumer ici en un seul mot le fait que cette forme a été trouvée dans beaucoup de régions dans lesquelles les thécamoebiens n'ont fait l'objet que d'une ou de fort peu d'études.

Ainsi il faut remarquer que c'est la première fois que cette espèce est mentionnée du Congo belge, alors que plusieurs études sur les Rhizopodes y ont déjà été faites. Mais c'est la première fois que du sphagnum d'une altitude dépassant 2.000 m. a été examiné.

Est-ce le milieu ou est-ce l'altitude qui doit être considéré comme la cause de sa présence ici?

Nous croyons qu'il faut admettre que l'altitude joue le grand rôle ici, mais il faut attendre des recherches ultérieures pour conclure de façon certaine.



### ***Nebela militaris* Penard (Fig. 19)**

Echantillon: 2108

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	73 $\mu$	35 $\mu$	18 $\mu$	2,08
	68 $\mu$	33 $\mu$	13 $\mu$	2,06
	65 $\mu$	34 $\mu$	17 $\mu$	1,9

DEFLANDRE considère cette espèce comme cosmopolite. J'attire ici l'attention sur ce que j'ai dit quant à la dispersion de *Nebela dentistoma* PENARD, surtout que DECLOÎTRE qui a examiné avant tout les Rhizopodes de l'Afrique occidentale française, ne la mentionne pas dans son grand travail: „Recherches sur les Rhizopodes Thécamoebiens de l'A.O.F.”

Je crois que cette espèce a une aire de dispersion en rapport et avec les biotopes, et avec les changements des climats géologiques des différentes contrées. Il faut cependant attirer l'attention sur le fait que nous ne disposons pas encore des données géologiques nécessaires pour tâcher d'élucider cette question.

### ***Nebela tubulata* Brown (Fig. 20)**

Habitat: 2108

Dimensions L. 58  $\mu$  l. 26  $\mu$  B 11  $\mu$  l.c. 20  $\mu$  l.c. 12  $\mu$  L/l 2,26

Cette espèce, qui était rare dans le matériel de SYMOENS, correspond absolument avec la description de DEFLANDRE p. 265. Elle ne peut être confondue avec la *Nebela longitubulata* GAUTHIER-LIÈVRE.

La *Nebela tubulata* (type) fut trouvée par GAUTHIER-LIÈVRE au Congo belge au Kivu.

Ici également il y avait lieu d'examiner de plus près les conditions exactes dans lesquelles cette espèce a été rencontrée dans les différents pays où elle a été rencontrée, mais nous ne possédons pas encore assez de données pour entamer cette question pour le moment.

Nous devons la considérer comme cosmopolite avec la même restriction que celle que nous avons faite pour *N. dentistoma* et *N. militaris*.

### ***Nebela Wailesi* Deflandre Fig. 24, 25, 26)**

Echantillons: 2108, 2110

Dimensions:	L.	l.	B.	Lc.	lc.	L/l
	148 $\mu$	75 $\mu$	36 $\mu$	65 $\mu$	37 $\mu$	1,97
	148 $\mu$	76 $\mu$	43 $\mu$	55 $\mu$		1,94
	155 $\mu$	80 $\mu$	38 $\mu$	62 $\mu$	40 $\mu$	1,93
	148 $\mu$	70 $\mu$	30 $\mu$	60 $\mu$	30 $\mu$	2,11
	146 $\mu$	75 $\mu$	37 $\mu$	62 $\mu$	36 $\mu$	1,94

moyennes	149 $\mu$	75 $\mu$	37 $\mu$	60,8 $\mu$	35,75 $\mu$	1,98
Autres exemplaires	145 $\mu$	68 $\mu$	33 $\mu$	50 $\mu$	32 $\mu$	2,13
	118 $\mu$	34 $\mu$	21 $\mu$	40 $\mu$	20 $\mu$ de profil	3,5

Dans mon étude sur les Rhizopodes du Parc National Albert, p. 32, j'ai discuté en détail la validité de l'espèce *N. Wailesi* DEFLANDRE pour autant que le matériel que j'avais à ma disposition me le permettait.

Les dimensions des spécimens du Marais de Kikeri au N. du lac Kivu à 2.226 m d'altitude étaient:

L	l	L.c.	l.c.	B
116 $\mu$	46,5 $\mu$	36 $\mu$	28 $\mu$	22,5 $\mu$
121 $\mu$	60 $\mu$			25 $\mu$

Maintenant que je dispose de plus de données, je crois que, tout comme en 1948, l'opinion de DEFLANDRE — qui en fait une espèce propre — est exacte.

Depuis la monographie de DEFLANDRE, nous avons beaucoup de données nouvelles qui, comme toujours dans pareil cas, éclairent plusieurs points douteux mais, par contre, jettent le doute sur d'autres.

Les dimensions de nos exemplaires du Congo belge sont nettement plus grandes que celles mentionnées par DEFLANDRE dans sa monographie du genre.

En effet DEFLANDRE donne comme dimensions: L. 75—100  $\mu$  l. 52—58  $\mu$  pseudostome 24—30, tandis que mes exemplaires mesurent en moyenne L. 149  $\mu$  l. 75  $\mu$  pseudostome 37  $\mu$ . Les exemplaires du marais de Kikeri mesuraient L. 116—121  $\mu$  l. 46,5—60  $\mu$  pseudostome 22,5—25  $\mu$ .

Ces dernières dimensions sont donc intermédiaires entre celles de DEFLANDRE et celles des marais de la haute Ngovi. Il y a ici un point qui ne peut être élucidé que par de plus grandes séries de mensurations et cela sur des spécimens de provenance aussi diverse que possible.

En ce qui concerne la distribution nous devons dire pour le moment avec DEFLANDRE: sans doute cosmopolite.

La question se pose ici si nous avons affaire à des races géographiques ou à sous-espèces.

D'un autre côté, si *Nebela Wailesi* est cosmopolite, sa distribution n'est pas uniforme dans les différentes régions. Il est évident jusqu'à présent que cette espèce se trouve plus dans les régions tropicales et peut être aussi subtropicales que dans les régions tempérées.

Notons encore que DEFLANDRE en 1936 disait déjà:

„Il est fort probable qu'on sera amené plus tard à distinguer des

variétés, surtout parmi les formes mal connues de l'hémisphère austral”.

**Nebela vas Certes** (Fig. 21, 22, 23)

Echantillons: 2108, 2119

Dimensions:	L.	l.	L.c.	l.c.	B	L/l
	168 $\mu$	91 $\mu$	60 $\mu$	32 $\mu$		1,84
	120 $\mu$	62 $\mu$	50 $\mu$	38 $\mu$	28 $\mu$	1,93
	157 $\mu$	82 $\mu$	58 $\mu$	50 $\mu$	34 $\mu$	1,81
moyennes:	148 $\mu$	78 $\mu$	56 $\mu$	40 $\mu$	31 $\mu$	1,86

*Nebela vas* CERTES est l'espèce thecamoebienne qui a été le point de départ de ma théorie concernant la distribution géographique des Thecamoebes et des protistes en général. Mais c'est aussi l'espèce qui — naturellement avec d'autres — nous a amené à admettre qu'il y a pour les Thecamoebes, tout comme pour les oiseaux, les insectes et tous les autres groupes d'animaux, des „Formenkreise” géographiques: En effet, regardons les résultats des mensurations qui suivent, faites toujours par la même personne et dans les mêmes conditions (le même microscope, les mêmes méthodes de mesurer, ainsi que la même lumière).

Comparons les données:

P. VAN OYE, Rhizopodes de Java (1949)

	L.	l.	B.	L.c	l.c.	L. crops	L/B
	160 $\mu$	101 $\mu$	27 $\mu$	50 $\mu$	60 $\mu$	110 $\mu$	1,6
	161 $\mu$	107 $\mu$	36 $\mu$	50 $\mu$	61 $\mu$	110 $\mu$	1,5
	160 $\mu$	96 $\mu$	32 $\mu$	52 $\mu$	60 $\mu$	100 $\mu$	1,3
	105 $\mu$	85 $\mu$	28 $\mu$				1,2
moyennes:	140 $\mu$	97 $\mu$	30,7 $\mu$	50,6 $\mu$	60,3 $\mu$	108 $\mu$	1,4

P. VAN OYE, On the Thecamoeban fauna of New-Zealand I (1956)

	L.	l.	B.	L.c.	l.c.	L/B
	175 $\mu$	118 $\mu$	40 $\mu$	52 $\mu$	53 $\mu$	1,48
	176 $\mu$	120 $\mu$	40 $\mu$	50 $\mu$	50 $\mu$	1,46
	140 $\mu$	114 $\mu$	30 $\mu$	40 $\mu$	60 $\mu$	1,22
moyennes:	163 $\mu$	117 $\mu$	36 $\mu$	47,3 $\mu$	54,3 $\mu$	1,38

Marais de haute Ngovi

	L.	l.	L.c.	l.c.	B.	L/l
	168 $\mu$	91 $\mu$	68 $\mu$	32 $\mu$		1,84
	120 $\mu$	62 $\mu$	50 $\mu$	38 $\mu$	28 $\mu$	1,93
	157 $\mu$	82 $\mu$	58 $\mu$	50 $\mu$	34 $\mu$	1,81
moyennes:	148 $\mu$	78 $\mu$	56 $\mu$	40 $\mu$	31 $\mu$	1,86

Sur trois exemplaires mesurés on ne peut calculer des moyennes sérieuses, mais il est certain que les exemplaires du matériel des marais de la haute Ngovi étaient plus sveltes que les autres et que les exemplaires de la Nouvelle-Zélande étaient plus longs et plus larges (donc plus grands) que ceux de Java.

Voilà certainement la constatation que l'on peut faire.

D'autre part cette constatation prouve à l'évidence que nous pourrions arriver à un résultat plus concluant si les thécamoebologistes voulaient donner leur mensurations exemplaire par exemplaire.

Nous devons aussi attirer l'attention sur le fait que Mme GAUTHIER-LIÈVRE dit:

Dimensions: (95) 150—170 (210)  $\times$  85—103  $\mu$ .

Notons encore, entre parenthèses, que les dimensions de Mme GAUTHIER-LIÈVRE viennent probablement l'une de PENARD, l'autre de HEINIS, tandis que 150—170  $\mu$  sont les dimensions notées par CERTES.

Dans le texte qui traite du matériel examiné par Mme GAUTHIER-LIÈVRE, nous voyons: Massif du Kivu Mont Biéga 150—170  $\times$  85—92  $\mu$  Mare à 3.200 m. entre le Karrissimbi et le Mikeno 160—165  $\times$  90—100  $\mu$  Mousse du Karissimbi vers 4.000 m. 185  $\times$  115. Ces mensurations ne peuvent également pas servir à élucider cette question.

Nous sommes donc en présence de données très diverses, que nous ne pouvons pas encore comparer pour le moment autrement qu'en admettant comme très probable l'existence de races géographiques.

Mais il faut cependant être très prudent. Des données ultérieures peuvent nous mener vers une toute autre explication.

Notons pour le moment les dimensions moyennes:

	L.	l.	B.	L/l
Java	140 $\mu$	97 $\mu$	30,7 $\mu$	1,4
Nouv. Zél.	163 $\mu$	117 $\mu$	36 $\mu$	1,38
Est du Congo	148 $\mu$	78 $\mu$	31 $\mu$	1,81
Vénézuéla	192 $\mu$	138 $\mu$	40 $\mu$	1,39
Chili (JUNG)	108—163	58—94	27—37)	

On peut aussi se demander si la taille n'est pas influencée par la température.

C'est une espèce à distribution typique que j'appelle gondwanienne. Pour cette question je devrais renvoyer le lecteur à ma publication „Sur la distribution géographique des Rhizopodes”. (1956 d)

Malheureusement, je n'ai eu l'occasion de corriger les épreuves moi-même et il y a un passage incompréhensible. Je compte traiter ce sujet à une autre occasion. Pour le moment il suffit de dire que je suis d'avis qu'il faut examiner la distribution géographique des



êtres vivants classe par classe en tenant compte des données concernant l'époque géologique à laquelle les êtres examinés ont apparus.

Avec cette courte explication j'espère que les lecteurs comprendront pourquoi je parle d'un groupe Gondwanien en opposition à celui qui doit être considéré comme chronologiquement postérieur: le groupe Australo-sud-américain. Dans tous les cas cette espèce est très importante au point de vue biogéographique.

J'y reviendrai en traitant les Rhizopodes de mon voyage fait en novembre 1956 dans l'est du Congo belge.

### Genre *Jungia* *Jungia intermedia* n. sp. (Fig. 27)

Echantillons:	2108, 2110			
Dimensions:	L	l	B	L/l
	36 $\mu$	26 $\mu$	10 $\mu$	1,38
	42 $\mu$	30 $\mu$	18 $\mu$	1,4

En 1948 j'ai créé le genre *Jungia* pour les formes dont la coque présente une structure analogue à celle du genre *Nebela*, mais dont le corps n'est pas aplati et avec un pseudostome symétrique terminal et entouré d'une série de grains de quartz en forme d'ourlet.

Nous connaissons jusqu'à présent deux espèces:

*Jungia sundanensis* VAN OYE de Java

*Jungia nux* VAN OYE de Java auxquelles vient s'ajouter la nouvelle: *J. intermedia*.

La nouvelle espèce ressemble en tous points à *J. nux* mais est un peu plus étirée et la taille en est un peu plus grande, quoique cette dernière caractéristique n'ait pas une grande importance, nos données n'étant pas encore assez nombreuses pour nous permettre de tirer cette conclusion avec certitude.

Toutefois dans l'espèce *nux* le rapport L/l est 1, pour la *J. sundanensis* il est 2, et pour la *J. intermedia* il est 1,4.

La nouvelle espèce est facilement reconnaissable à l'aspect général tout différent des deux formes connues.

Diagnose: espèce allongée mais bien moins que *J. sundanensis* et jamais arrondie comme *J. nux*. L/l 1,4. Pour le reste conforme à la description du genre.

### Genre *Hyalosphenia*

Le genre *Hyalosphenia* est représenté au Congo belge par deux espèces *H. minuta* CASH et *H. Schoutedeni* VAN OYE.

Jusqu'à présent nous ne pouvons pas encore tirer des conclusions sur la dispersion géographique concernant les espèces de ce genre.

### ***Hyalosphenia minuta* Cash (Fig. 28)**

Echantillon: 2110

Dimensions: L 30  $\mu$  1 28  $\mu$  B 15 L/1 1,07

Quoique la forme générale de l'exemplaire que j'ai trouvé dans le matériel de SYMOENS diffère des dessins que donnent entre autres CASH et DECLÔTRE de cette espèce, je crois qu'il n'y a pas lieu de la considérer comme une nouvelle espèce, pas même comme une variété.

Il faut en effet faire remarquer que tous les caractéristiques mentionnés par CASH, qui a décrit cette espèce, sont présents. Seule la largeur est presque identique à la longueur.

Je pourrais peut-être me prononcer d'une façon plus précise si j'avais eu l'occasion de trouver plusieurs exemplaires, ce qui malheureusement ne fut pas le cas.

### ***Hyalosphenia Schoutedeni* van Oye var. *rotunda* n. var.**

(Fig. 29)

Echantillon: 2110

Dimensions: L 20  $\mu$  1 17  $\mu$  B 5  $\mu$  L/1 1,17

La nouvelle variété de l'*Hyalosphenia Schoutedeni* VAN OYE se distingue de l'espèce par ses dimensions et sa forme générale. Je croyais d'abord avoir affaire à la forme *minor* DECLÔTRE (1953) mais la forme générale qui est presque circulaire et les dimensions, m'ont décidé à la considérer comme une variété nouvelle.

### **Genre *Euglypha***

Le genre *Euglypha* est un des genres contenant le plus d'espèces cosmopolites. Mais au Congo belge les milieux contenant le plus d'espèces d'*Euglypha* n'ont pas encore fait l'objet de recherches spéciales.

Il est à remarquer que jusqu'à présent 7 espèces d'*Euglypha* étaient connues du Congo et néanmoins des 8 espèces rencontrées dans le matériel de SYMOENS il y en a 5 qui sont nouvelles pour le Congo belge. Le genre est donc représenté jusqu'à ce jour par 12 espèces et variétés.

Au point de vue biogéographique nous voyons que la faune de la partie basse du Congo est tout autre que celle des altitudes, mais il faudra encore bien des études avant qu'on puisse tirer des conclusions bien fondées.

Toujours est-il que l'espèce *E. ciliata* qui compte parmi les espèces cosmopolites et communes a été trouvée pour la première fois au Congo belge dans le matériel de SYMOENS.

Comme je l'ai dit dans le matériel du marais de la haute Ngovi le

genre *Euglypha* est représenté par 8 espèces et variétés. Deux espèces et une variété sont nouvelles pour la science. Ce nombre doit être considéré comme très grand, vu le fait que le matériel provient d'une récolte d'un jour sur une superficie très limitée. Nous voyons que dans du matériel récolté pendant plusieurs jours par LEBRUN (VAN OYE 1948) et provenant d'altitudes de 950 m. à 2.226 m. nous n'avons trouvé que trois espèces d'*Euglypha* (*E. compressa* CARTER *glabra* CASH, *E. filifera* PENARD et *E. laevis* EHRENBERG).

Dans le matériel du Dr. KOLKWITZ provenant de Java (VAN OYE 1949) d'altitudes dépassant 2.400 m, le genre *Euglypha* était représenté par 3 espèces (*E. ciliata* EHRENBERG, *E. laevis* (EHRENBERG) PERTY, *E. compressa* CARTER).

DECLOÎTRE cite 15 espèces dans son travail sur les Thécamoebiens de l'A.O.F. (*Euglypha setigera* PENARD; *E. tuberculata* DUJARDIN; *E. tuberculata* var. *minor* TARANEK *E. tuberculata* var. *cirrata* WAILES; *E. acantophora* (EHRENBERG) PERTY; *E. acantophora* var. *flexuosa* PENARD; *E. acantophora* var. *subcylindrica* DEFLANDRE; *E. acantophora* var. *brevispina* PENARD; *E. acantophora* var. *heterospina* DECLOÎTRE; *E. cristata* LEIDY; *E. crenulata* WAILES var. *minor* WAILES; *E. filifera* PENARD; *E. strigosa* EHRENBERG; *E. rotunda* WAILES; *E. laevis* (EHRENBERG) PERTY.)

DECLOÎTRE, dans son travail sur les Rhizopodes Thécamoebiens du Vénézuéla (Hydrobiologia), cite 13 espèces dans la liste des espèces observées au Vénézuéla, mais nous n'avons observé qu'une espèce (*E. laevis* (EHRENBERG)) dans le matériel que le Prof. GESSNER a rapporté du Vénézuéla.

D'autre part, dans son travail sur les Rhizopodes Thécamoebiens du parc national du Niokolo-Koba (A.D.F.), DECLOÎTRE mentionne 6 espèces.

Nous pourrions citer encore d'autres faits, mais ce que nous venons de relever nous montre des différences très grandes bien qu'il s'agisse dans l'occurrence de matériel examiné par les mêmes auteurs.

Nous pouvons en tirer la conclusion bien évidente que les échantillons n'ont pas été récoltés dans des milieux analogues et très souvent aussi par différentes personnes. Cette constatation bien simple nous apprend uniquement que nous ne disposons pas encore des données nécessaires pour permettre des conclusions quant aux facteurs qui règlent la distribution oecologique de ce groupe de thécamoebiens dans les pays chauds.

Jusqu'à présent on ne connaissait que 7 espèces et variétés du genre *Euglypha* du Congo belge, ce qui est fort peu. Dans le matériel de SYMOENS j'ai rencontré 8 espèces et variétés dont 5 formes nouvelles pour le Congo, ce qui porte à 12 le nombre de formes connues de ce grand territoire.

Cette petite quantité nous montre combien peu ce territoire a été exploré.

Le nombre total d'espèces et de variétés du genre *Euglypha* connues peut être évalué aux environs de 55 à 60.

Le genre semble être cosmopolite mais nous ne pouvons encore rien dire des espèces.

### ***Euglypha ciliata* (Ehrenberg) Leidy (Fig. 30)**

Echantillons: 2108, 2112

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	103 $\mu$	62 $\mu$	27 $\mu$	1,66
	98 $\mu$	70 $\mu$	26 $\mu$	1,4
	105 $\mu$	65 $\mu$	22 $\mu$	1,43
	110 $\mu$	65 $\mu$	25 $\mu$	1,67
	416 $\mu$	262 $\mu$	100 $\mu$	6,16
	104 $\mu$	65,5 $\mu$	25 $\mu$	1,54

*Euglypha ciliata* (EHRENBERG) LEIDY est une espèce très répandue; jusqu'à présent elle est avec *E. laevis* et *E. tuberculata*, l'espèce la plus cosmopolite du genre *Euglypha*. Il faut cependant faire observer ici que le tableau de DECLOÎTRE est forcément encore provisoire, puisqu'il y a trop de régions inexplorées jusqu'à ce jour. Il est probable que l'exemplaire de 416  $\mu$  de longueur appartient à une autre espèce.

Il faut faire remarquer que l'espèce *E. ciliata* est nouvelle pour le Congo belge.

### ***Euglypha compressa* Carter var *glabra* Cash.**

Echantillons: 2108, 2112

Dimensions:	L	l.	B.	L/l
	113 $\mu$	60 $\mu$	24 $\mu$	1,88
	100 $\mu$	67 $\mu$	28 $\mu$	1,48
	103 $\mu$	62 $\mu$	20 $\mu$	1,66
	110 $\mu$	70 $\mu$	30 $\mu$	1,57
	120 $\mu$	65 $\mu$	28 $\mu$	1,84
	109 $\mu$	64 $\mu$	26 $\mu$	1,68

Il est à remarquer que les dimensions correspondent avec celles des différents auteurs, entre autres WAILES et PENARD, tandis que les exemplaires trouvés dans le matériel de LEBRUN provenant du marais de Kikeri au pied du volcan Mikenô, au nord du lac Kivu, ne mesureraient que 50 à 65  $\mu$  de long et 31 à 55  $\mu$  de large.

Cette espèce, qui est rare au Congo belge, est cependant une forme cosmopolite. Quant à la variété *glabra*, elle n'est connue que de



l'Angleterre, les Etats Unis, l'Afrique occidentale française, le Congo belge, Java et Sumatra.

### **Euglypha curvata n. sp. (Fig. 31)**

Echantillon: 2118

Mensurations L-70  $\mu$  l-47  $\mu$  B-12  $\mu$  L/l 1,48

La nouvelle espèce d'*Euglypha* se distingue de toutes les autres par deux caractéristiques bien visibles.

La première est sa courbature qui se remarque à première vue. La seconde est son fond aplati visible dès qu'elle ne se trouve pas absolument de profil sur un côté.

Elle pourrait être assimilée à une *E. compressa* f. *glabra* courbée si elle ne présentait pas un fond aplati.

DECLOÎTRE (1956 Niokolo-Koba) décrit une *rotunda* WAILES forma *obliqua* n. form.

Je ne pense pas que nous ayons affaire à la même forme, que DECLOÎTRE surtout le fond aplati et la largeur par rapport à la longueur séparent ces deux formes. En effet, nous avons *E. rotunda* WAILES f. *obliqua* DECLOÎTRE L:l. 3; *E. curvata* VAN OYE L:l. 1,48

### **Euglypha filifera Pénard var. magna n. var. (Fig. 32)**

Echantillon: 2112

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	106 $\mu$	63 $\mu$	30 $\mu$	1,68
	105 $\mu$	78 $\mu$	20 $\mu$	1,34
	105.5 $\mu$	70,5 $\mu$	25 $\mu$	1,51

L'espèce *E. filifera* PENARD a des dimensions qui ne dépassent pas 80  $\mu$  au maximum comme longueur et 35  $\mu$  comme largeur.

Nos exemplaires avaient 106  $\mu$  de long et 78  $\mu$  de large. D'autre part nos exemplaires avaient des épines bien visibles l'une en avait 4 l'autre 8.

Le nombre de plaques entourant l'ouverture buccale était de 12 et 14.

A part les dimensions plus grandes et le nombre plus élevé de plaquettes entourant la bouche, la forme *magna* présente toutes les caractéristiques de l'espèce *filifera*.

### **Euglypha laevis (Ehrenberg) Perty (Fig. 33)**

Echantillon: 2108

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	39 $\mu$	28 $\mu$	10 $\mu$	1,4
	43 $\mu$	24 $\mu$	16 $\mu$	1,78
	50 $\mu$	30 $\mu$	10 $\mu$	1,67

Espèce cosmopolite.

Les dimensions de cette espèce varient endéans de très grandes limites.

Dans le matériel de LEBRUN (VAN OYE 1948), la relation entre la longueur et la largeur était toujours au-delà de 2. Une seule présentait la relation 1,66.

DECLOÎTRE (1953) mentionne des mensurations de 19 à 39  $\mu$  comme longueur et de 10 à 18  $\mu$  comme largeur.

Nous préférons nous abstenir pour le moment de commentaires au sujet de différences de dimensions. Nous voulons seulement attirer l'attention sur le fait que dans la littérature concernant les faunes rhizopodiques d'Europe, nous remarquons également de grandes différences d'après les auteurs.

### ***Euglypha marginata* n. sp. (Fig. 34)**

Echantillon: 2110

Mensurations: L. 113  $\mu$  l. 80  $\mu$  B. 25  $\mu$  L/l 1,41

Cette nouvelle espèce se distingue à première vue par la série d'écailles bordant toute la coque en vue frontale. Les écailles du corps la classe sans aucun doute parmi les *Euglyphae*. Les dents buccales présentent une pointe médiane très caractéristique. Les écailles qui bordent la coque sont régulièrement placées et assez égales de forme, surtout aux bords latéraux. Ces écailles forment comme une carène, mais celle-ci est tellement peu large que nous ne pouvons pas parler d'une vraie carène, la bordure du corps résultant du fait que la coque est aplatie dorso-ventralement, le bord se termine en un angle aigu. De face on a l'impression d'une bordure spéciale formant une carène entourant la totalité de la coque.

### ***Euglypha strigosa* (Ehrenberg) Leidy f. *glabra* Wailes (Fig. 35)**

Echantillon: 2108

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	70 $\mu$	50 $\mu$	30 $\mu$	1,4
	92 $\mu$	53 $\mu$	20 $\mu$	1,73

Dans le volume III de la monographie de CASH, WAILES et HOPKINSON, WAILES, qui a édité ce volume, dit au sujet de la forme *glabra* de *E. strigosa*: „Similar to the type but glabrous”.

Voilà en effet la seule différence entre l'espèce type et la forme.

Il faut cependant faire remarquer que JUNG, ainsi que HOOGENRAAD et DE GROOT, sont d'avis que beaucoup de formes sont réunies sous le nom collectif de *strigosa*.

Nous ne pouvons émettre aucun avis à ce sujet, car cette espèce était très rare dans le matériel du marais de la haute Ngovi.

### **Euglypha symoensi n. sp. (Fig. 36)**

Echantillon 2108

Mensurations L. 118  $\mu$  l. 65  $\mu$  B. 34  $\mu$  L/l 1,81

Cette nouvelle espèce se distingue à première vue par sa bouche courbée.

Les dimensions dépassent celles de toutes les espèces d'*Euglypha* à l'exception d'*E. compressa*. Les écailles qui bordent la bouche n'ont pas de pointes, elles sont plus ou moins lisses tout au plus légèrement dentelées. Diagnose: Espèce d'*Euglypha* de grande taille plus ou moins aplatie surtout à la partie antérieure; à bouche recourbée bordée d'écailles lisses ou très légèrement dentelées mais ne présentant jamais de pointes distinctes. Comme le rapport de la largeur à la longueur ne peut être calculé à l'aide des indications dans la littérature, nous ne pouvons pas nous rendre compte si notre espèce, qui a un rapport L/l 1,81, diffère sous ce point de vue des autres espèces d'*Euglypha* avec lesquelles la nouvelle forme présente quelque ressemblance.

### **Assulina muscorum Greeff (Fig. 37)**

Echantillons: 2108, 2112

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	40 $\mu$	30 $\mu$	13 $\mu$	1,33
	46 $\mu$	37 $\mu$	15 $\mu$	1,24
	50 $\mu$	30 $\mu$	14 $\mu$	1,66
	48 $\mu$	37 $\mu$	12 $\mu$	1,3
	48 $\mu$	40 $\mu$	8 $\mu$	1,2
	52 $\mu$	40 $\mu$	15 $\mu$	1,3
	49 $\mu$	39 $\mu$	12 $\mu$	1,25
	50 $\mu$	40 $\mu$	15 $\mu$	1,25
Moyennes:	47,87 $\mu$	36,25 $\mu$	13 $\mu$	1,31

Cette espèce semble bien cosmopolite.

HOOGENRAAD a fait une étude biométrique des espèces *A. seminulum* (EHRENBERG) LEIDY et *A. muscorum* GREEFF, il a montré qu'il faut distinguer ici deux espèces qui peuvent être séparées par leur taille. Nous avons affaire ici à l'espèce *A. muscorum* GREEFF. Il est à remarquer que l'espèce *A. muscorum* GREEFF n'a été rencontré au Congo qu'à une altitude dépassant 2.000 m.

Toutefois KUFFERATH a trouvé la forma *minor* de PENARD sur un

tronc d'arbre, mais cette forme est encore discutée. Pour le moment je ne considère que les formes types.

Espèce probablement cosmopolite mais certainement pas ubiquiste.

### ***Assulina quadratum* n. sp. (Fig. 38, 39, 40)**

Echantillons: 2108, 2112

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	47 $\mu$	38 $\mu$	15 $\mu$	1,23
	47 $\mu$	38 $\mu$	15 $\mu$	1,23
	44 $\mu$	40 $\mu$	11 $\mu$	1,1
	47 $\mu$	34 $\mu$	10 $\mu$	1,39
	46 $\mu$	37,5 $\mu$	12,75 $\mu$	1,23

La nouvelle espèce se distingue nettement des espèces du genre *Assulina* connues ou même incertaines, par la forme carrée très typique.

DECLÔTRE a trouvé une forme analogue dont il donne un dessin, mais qu'il ne considère pas comme une espèce distincte.

### **Genres *Trinema* et *Corythion***

Ces deux genres n'ont pas encore fait l'objet de recherches oecologiques ou biogéographiques. Seule la comparaison des données de la littérature nous permet de soupçonner que ce sont des cosmopolites, mais qu'ils sont très sensibles aux conditions des milieux dans lesquels on les trouve.

En ce qui concerne le cosmopolitisme, les recherches de DECLÔTRE sont convaincantes quant aux espèces *complanatum* PENARD et *enchelys* (EHRENBERG) LEIDY, un peu moins pour *lineare* PENARD.

Probablement cette dernière constatation doit être attribuée au fait que cette espèce échappe assez souvent à l'attention des auteurs, ou bien qu'elle est confondue avec une autre espèce.

Là où nous avons eu notre attention fixée sur ce point, nous avons toujours trouvé cette espèce au Congo-belge dans les mêmes milieux naturels où on la rencontre en général dans les régions tempérées.

### ***Corythion dubium* Taranek (Fig. 41)**

Echantillon:

Dimensions:	Ll	l.	H	B
	35 $\mu$		16 $\mu$	8 $\mu$

Il est difficile de conclure quoi que ce soit concernant la distribu-



tion géographique de *C. dubium*, ainsi que de *C. pulchellum*. Ces deux espèces se ressemblent beaucoup. Il n'y a en somme que la disposition de la bouche qui permet de les séparer, mais cette disposition varie dans certaines limites, de façon que le maximum d'une espèce dépasse le minimum de l'autre. Les formes extrêmes sont faciles à distinguer.

Les données de la littérature sont souvent douteuses et il est bien certain également que beaucoup d'auteurs ne font pas la distinction entre les genres *Corythion* et *Trinema*.

### **Corythion pulchellum Penard (Fig. 42)**

Echantillon:	2110		
Dimensions:	L.	l.	B.
	22 $\mu$	18 $\mu$	6 $\mu$
	26 $\mu$	18 $\mu$	7 $\mu$
	35 $\mu$	22 $\mu$	10 $\mu$

*Corythion pulchellum* se distingue de *C. dubium* surtout par la position de la bouche qui, chez *pulchellum* est terminale, et chez *dubium* ventrale. Mais cette distinction est souvent difficile à faire.

Jusqu'à présent il semble que *C. pulchellum* est moins cosmopolite que *C. dubium*, il faut cependant se garder d'être trop affirmatif, car ces espèces prêtent à confusion. Voir *C. dubium*.

### **Genre Trinema**

Le genre *Trinema* est représenté par un nombre très restreint d'individus dans le matériel examiné.

Jusqu'à présent nous ne pouvons pas encore déduire de ce fait que ce genre est rare dans la faune thécamoebienne des altitudes de l'Afrique centrale.

Les milieux dont provient le matériel ne sont pas les milieux dans lesquels les *Trinema* vivent en général.

### **Trinema enchelys (Ehrenberg) Leidy**

Echantillon:	2110			
Dimensions:	L.	l.	H.	B
	56 $\mu$		25 $\mu$	10 $\mu$

DECLOÎTRE (1953) dit au sujet de *Trinema enchelys* (EHRENBURG) LEIDY: „C'est à mon avis, le Thécamoebien le plus commun." Quand on lit le texte complet il est hors de doute que cet auteur a pensé à la dispersion et sous ce rapport je suis tout à fait d'accord avec cette conclusion.

J'ai rencontré cette espèce dans tous les pays où j'ai étudié les Thécamoebiens, et dont j'ai examiné du matériel. Je dois cependant ajouter que dans certains pays *Trinema enchelys* est représenté par de rares individus, comme c'est le cas pour le matériel de SYMOENS, et que dans d'autres contrées cette espèce est représentée par un très grand nombre d'exemplaires.

Il faut aussi attirer l'attention sur le fait que cette espèce cosmopolite n'est nullement ubiquiste, elle est absente dans bien des biotopes.

Il est certain jusqu'à présent, que le degré d'humidité joue un rôle très important.

### Le genre *Amphitrema*

Le genre *Amphitrema* dans son ensemble était connu jusqu'à présent presque uniquement d'Europe.

Deux nouvelles espèces de la Nouvelle-Zélande, tout à fait différentes de espèces connues, ont été décrites. (P. VAN OYE Hydrobiologia 1956) et d'autre part une forme se rapportant à *Amph. flavum* a été trouvée au Vénézuéla (P. VAN OYE, GESSNER, Venezuela Reise 1956). Ceci a pour conséquence que nous ne pouvons plus considérer ce genre comme vivant uniquement en Europe et en Amérique du Nord. Je devrais copier ici ce que j'ai dit au sujet de la dispersion géographique des espèces du genre *Amphitrema* quand j'ai étudié le matériel de Vénézuéla que GESSNER m'a confié, mais je préfère renvoyer le lecteur à cette publication.

Toutefois il est trop tôt pour tirer des conclusions certaines. Il semble néanmoins que le genre *Amphitrema* se rencontre avant tout en Europe et que les formes tropicales diffèrent des espèces européennes.

Seule l'*Amphitrema flavum*, qui a été rencontrée au Vénézuéla, semble ne pas différer de l'espèce connue d'Europe, mais jusqu'à présent elle doit dans tous les cas y être considérée comme très rare.

La seule espèce que nous avons rencontrée dans le matériel de SYMOENS doit être considérée comme nouvelle. Elle est très différente de toutes les autres espèces connues de ce genre.

Il faut cependant faire remarquer que les recherches de DE SAEDELEER ont montré que de petites formes de ce genre ont passé inaperçues jusqu'à présent. Ceci doit être une indication qu'il faut être très prudent quant aux conclusions générales concernant ce genre.

Examinons, en tenant compte des dernières données, la systématique du genre *Amphitrema*.

Sous le nom *Amphistomi* DE SAEDELEER réunit trois genres *Amphitrema* ARCHER, *Ditrema* ARCHER et *Diplophrys* BARKER.

Il est nécessaire de rappeler cette façon de considérer la systématique des Thécamoebiens à deux ouvertures de la coque, opposée l'une de l'autre, car la nouvelle forme que nous avons trouvée dans le matériel de J. J. SYMOENS est si différente des espèces décrites par la plupart des auteurs sous le nom générique commun de *Amphitrema*, que nous devrions en faire un autre genre.

Voyons d'abord les diagnoses des trois genres admis par DE SAEDELEER.

*Amphitrema*: coque de composition organique complètement recouverte de corps étrangers, avec ou sans cols.

*Ditrema*: coque de composition organique épaissie par un dépôt ferreux, avec ou sans cols.

*Diplophrys*: coque de composition organique très fine, arrondie, avec ou sans cols.

D'après cette subdivision la caractéristique de posséder un col ou non n'a aucune valeur générique.

D'après DE SAEDELEER la présence de corps étrangers, grains de quartz et autres, est caractéristique pour le genre *Amphitrema*.

La présence de dépôts de fer est typique pour *Ditrema*. Enfin, une coque très fine (hyaline? P.v.O.) est caractéristique pour *Diplophrys*.

La nouvelle espèce *A. congolense* que j'ai rencontrée dans le matériel du marais de la haute Ngovi, présente des grains de quartz aux deux ouvertures de la coque, et pas, ou fort peu, sur le corps.

Cette caractéristique n'est pas suffisante pour considérer cette forme comme n'appartenant pas au genre *Amphitrema*. Mais la question de la distinction de trois genres devient plus difficile quand on prend en considération les deux nouvelles espèces *Amphitrema Jollyi* et *A. paroensis* que j'ai rencontrées dans du matériel de la Nouvelle Zélande et que j'ai décrites dans *Hydrobiologia* 1956. *L'Amphitrema Jollyi* se distingue des autres espèces d'*Amphitrema*, dans le sens admis par la plupart des auteurs par l'absence de xenosomes, et par une coque hyaline et sans couleur. Quant à *A. paroensis*, ici la coque est épaisse hyaline mais d'une couleur brunâtre; de plus, elle présente des grains de quartz et autres corpuscules étrangers qui ne la recouvrent cependant pas complètement.

La coque organique, là où elle ne porte pas de xenosomes, est homogène et d'une couleur brune.

Nous avons donc ici trois espèces *A. congolense*, *A. Jollyi* et *A. paroensis* qui ne peuvent être rangées dans un des trois genres admis par DE SAEDELEER, mais qui d'aucune manière ne peuvent être réunies dans un quatrième genre.

Il nous faut donc revenir dans l'état actuel de nos connaissances des différentes espèces d' „*Amphistomini*” DE SAEDELEER, à la défini-

tion du genre *Amphitrema* telle qu'elle est admise par la plupart des auteurs, et qu'elle est résumée par HOOGENRAADT et DE GROOT.

Coque plus ou moins cylindrique ou en forme de tonneau, non élastique, aplatie ou non de côté, presque rectiligne aux extrémités avec ou sans xenosomes, chitineuse, légèrement brunâtre ou brun foncé, jaune ou incolore, avec deux ouvertures buccales opposées l'une à l'autre, avec ou sans prolongement tubulaire en forme de col; avec ou sans zoochlorelles. Si nous admettons cette définition — et dans l'état actuel de nos connaissances je crois qu'il faut le faire — nous devons admettre le seul genre *Amphitrema*.

Les exemplaires rencontrés dans le matériel de SYMOENS ne pouvant être rapportés à aucune des espèces connues, nous les considérons comme appartenant à une nouvelle espèce.

### ***Amphitrema congolense* n. sp. (Fig. 34)**

Echantillons: 2108, 2112

Dimensions:	L.	l.	B.	L/l
	62 $\mu$	32 $\mu$	20—18 $\mu$	1,93
	60 $\mu$	36 $\mu$	18—15 $\mu$	1,66
	53 $\mu$	35 $\mu$	18—20 $\mu$	1,51
	70 $\mu$	40 $\mu$	15 $\mu$	1,72

La nouvelle espèce d'*Amphitrema* présente une coque de forme subcylindrique, ovoïde régulière, parfois légèrement plus pointue vers une extrémité. La coque est chitinoïde avec fort peu de grains de quartz sur la partie médiane du corps. Aux deux extrémités les ouvertures sont entourées de grains de quartz formant des cols à bords irréguliers.

La longueur varie de 53 à 70  $\mu$  et la largeur de 32 à 40  $\mu$ ; la relation de la largeur à la longueur est de 1,51 à 1,93, en moyenne 1,70.

Le nombre d'exemplaires mesurés est encore trop petit pour permettre de calculer des moyennes ayant une valeur pour la systématique.

Il faut noter que le facies général de cette espèce diffère complètement des autres de ce genre. Les grains de quartz autour de l'ouverture de la coque aux deux extrémités sont caractéristiques.

## **CONCLUSIONS GÉNÉRALES**

Dans le courant de notre exposé nous avons pu tirer plusieurs conclusions dont il y en a que nous pouvons considérer comme acquises et dont quelques autres doivent être envisagées comme provisoires.



Le résultat général est certainement que l'ensemble de nos déductions vient confirmer notre conception de la biogéographie des Rhizopodes testacés. Nous résumons ce résultat afin d'avoir une vue d'ensemble:

1. Les Rhizopodes testacés présentent une dispersion géographique. Elle se présente sous deux formes:

a) en ce qui concerne les espèces

b) en ce qui concerne facies de la faune rhizopodique qui varie selon les régions; on peut observer cela entre autres dans l'ordre de prédominance des genres.

2. La faune rhizopodique des altitudes au delà de 1500 m de l'Afrique centrale et en particulier de l'est du Congo belge est toute différente, aussi bien en ce qui concerne a) que b), de la faune rhizopodique de l'ouest du Congo belge.

3. Pour comprendre les analogies entre les faunes Rhizopodiques du nord de l'Amérique du Sud, e.a. le Vénézuéla, les parties élevées de l'ouest du Congo belge et Java, l'Australie et la Nouvelle-Zélande, il faut remonter à l'époque géologique où ces régions étaient en rapport direct.

Au point de vue de la systématique et de la taxonomie, notre étude prouve qu'il faut admettre pour les organismes inférieurs, in casu pour les Rhizopodes, l'existence de „Rassenkreise” et dès ce moment toutes les conclusions et les méthodes d'investigation applicables et employées dans l'étude de la dispersion géographique des autres organismes, p. ex. insectes, oiseaux, etc., le sont également pour les organismes inférieurs comme les Rhizopodes.

Au point de vue des méthodes d'investigation des Rhizopodes il faut décrire les exemplaires examinés et noter les dimensions exemplaire par exemplaire en séparant nettement les exemplaires et les mensurations par petites localités ou régions.

Au point de vue de la faune rhizopodique congolaise, nous voyons que, des 37 espèces et variétés rencontrées dans le matériel du marais du haut Ngodi, il y en a 32 qui sont nouvelles pour le Congo. D'autre part de ces 32, il y a 9 espèces et 4 variétés nouvelles pour la science. En comparaison avec les faunes connues d'autres contrées africaines, nous voyons que la faune rhizopodique des altitudes de l'est du Congo diffère complètement des résultats obtenus par DECLOÏTRE pour l'Afrique occidentale française, alors que jusqu'ici les résultats de DECLOÏTRE correspondent très bien avec ceux que j'ai obtenus dans l'ouest du Congo belge.

## BIBLIOGRAPHIE

- CASH L. & J. HOPKINSON, The British Freshwater Rhizopoda and Heliozoa; Ray Society. I: 1905; II: 1909.
- CASH, J., J. HOPKINSON & G. H. WAILES, The British Freshwater Rhizopoda and Heliozoa; Ray Society. III: 1915 IV: 1919 V: 1921.
- CHARDEZ, D., - 1956 - Variations morphologiques et tératologiques chez quelques Rhizopodes testacés; *Biol. Jaarb. Dodonaea* 265—276.
- DADAY, A., - 1910 - Untersuchungen über die Süßwasser microfauna Deutsch Ost-Africas; *Zoologica* 23.
- DECLÔÎTRE L., - 1953 - Recherches sur les Rhizopodes Thécamoebiens de l'A.O.F.; 249 pp.
- , - 1955 - Rhizopodes Thécamoebiens du Vénézuéla; *Hydrobiologia* 8, 325—372.
- 1956 - Les Thécamoebiens de l'Ege (Groenland) Expéditions polaires françaises Mission Paul-Emile Victor VIII, 100 pp.
- 1956 - Matériaux pour une faune Rhizopodique d'A.O.F., *Bull. I.F.A.N.* 28 Ser. A 377—390.
- 1956 - Rhizopodes Thécamoebiens, *Mém. Inst. Franç. Afr. Noire* N° 48, Le Parc National du Niokolo-Koba Fasc. I, 233—258.
- 1954 - Matériaux pour une faune thécamoebienne de Madagascar; *Mém. Inst. sc. de Madagascar, Sér. A.* 11-1-31.
- DEFLANDRE G. - 1926 - Notes sur quelques Rhizopodes et Héliozoaires du Vénézuéla; *Bull. soc. zool. France* 51, 515—530, 27 figg.
- 1928 - Deux genres nouveaux de Rhizopodes testacés; *Ann. Protistol.* 1. 37—43.
- 1928 - Le genre *Arcella* Ehrenberg; *Arch. Protistenk.* 64.
- 1929 - Le genre *Centropyxis* Stein; *Arch. Protistenk.* 67, 322—375.
- 1936 - Etude monographique sur le genre *Nebela* Leidy; *Ann. Protistol.* 5, 201—286, 161 figg. dans le texte, 17 planches.
- DE SAEDELEER, H - 1954 - Beitrag zur Kenntniss der Rhizopoden: morphologische und systematische Untersuchungen und ein Klassifikationsversuch; *Mém. Mus. rog. Hist. Natur. Belg.* N° 60.
- GAUTHIER-LIÈVRE, L. - 1953 - Les genres *Nebela*, *Paraquadrula* et *Pseudonebela* (Rhizopodes testacés) en Afrique; *Bull. soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, 44, 324—346.
- DE GRAAFF, Fr. - 1956 - Studies ou Rotatoria and Rhizopoda from the Netherlands. I Rotatoria and Rhizopoda from the „Grote Huisven”; *Biol. Jaarb. Dodonaea* 23, 145—217.
- 1957 - The microflora and fauna of a quaking bog in the nature reserve „Het Hol” near Kortenhoef in the Netherlands; *Hydrobiologia* 9, 210—317.
- GROSPIETSCH, TH - 1954 - Studien über die Rhizopoden fauna von Schwedisch Lappland; *Arch. f. Hydrobiol.* 49, 546—580.
- HARNISCH, O. - 1933 - Die testaceen Rhizopoden der Sunda-Expedition; *Arch. f. Hydrobiol.*
- HOOGENRAAD H. R. & A. A. DE GROOT - 1940 - Zoetwaterrhizopoden en Heliozoën, in *Fauna van Nederland*, Leiden. pp. 303.
- 1940 - Moorbewohnende Thecamoeben Rhizopoden von Java und Sumatra; *Treubia* 17. 289—259.
- 1946 - Thecamoebe Sphagnumrhizopoden von Buitenzorg (Boger) Java. *Biol. Jaarb. Dodonaea* 13, 112—126.
- 1948 - Thecamoebeous Moss-rhizopods from New Zealand; *Hydrobiologia* I, 28—44, 17 fig.

- JEANNEL, R. - 1942 - La genèse des faunes terrestres (Eléments de Biogéographie) Paris.
- JUNG, W. 1942a - Südchilenische Thekamöben; *Arch. Protistenk.* 95, 253—356, 79 figg.
- 1942b - Illustrierte Bestimmungstabellen I. Die Systematik der Nebelinen; *Arch. Protistenk.* 95, 357—390.
- KIRIAKOFF, G. S. - 1948 - De huidige problemen van de taxonomische terminologie in de dierkunde; *Verk. K. Vl. Acad. Wet. Lett. Sch. K. België Kl. Wet.* N° 27.
- 1956 - Beginselen der dierkundige systematiek. Antwerpen; De Sikkel.
- KUFFERATH H. - 1932 - Rhizopodes du Congo; *Rev. Zoöl. Afr.* 23, 52—60.
- VAN OYE, P. - 1923a - Deux Rhizopodes nouveaux du Congo belge; *Rev. zool. Afr.* 9, Suppl. botan. B1—B9.
- 1923b - Neue Rhizopoden aus Afrika; *Zoöl. Anz.* 99, 323.
- 1926 - Six Rhizopodes nouveaux du Congo belge; *Arch. zoöl. exp. et génér.* 65 Notes et Rev. 64—74.
- 1927 - Rhizopoden en Heliozoen van Belgisch Kongo; *Natuurw. Tijdschr.* 9, p. 4.
- 1933 - Rhizopodes du district sub-alpin de la Belgique; *Arch. f. Naturgesch.* N.F. Bd 2, p. 538.
- 1937 - Rhizopoden von Haïti. An Investigation of some Hispaniolan Lakes (Dr. R. M. Bond's expedition); *Arch. Hydrob.* 32, 320—332, 1 fig.
- 1948 - Rhizopodes Exploration du Parc National Albert Mission Lebrun Fasc. 9.
- 1949 - Rhizopodes de Java; *Bijdragen tot de Dierkunde* 28, 327—352, 24 figg.
- 1956a - Rhizopoda Venezuelas, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biogeographie. Ergebn. d. deutsch. limnol. Venezuela-Expedition 1952, Band I
- 1956b - On the thecamöeban fauna of New Zealand with description of four new species and biogeographical discussion; *Hydrobiologia* 8, 16—37.
- 1956c - Overzicht van onze kennis der Rhizopodenfauna van België; *Biol. Jaarb. Dodonaea* 23, 283—289.
- 1956d - La distribution géographique des Rhizopodes. Nouvelles conceptions de la biogéographie; *Bull. soc. Bot. Nord de la France* 9, 53—62
- PENARD E. - 1908 - Faune Rhizopodique du bassin du Léman, Genève.
- PLAYFAIR, G. I. - 1914 - Contributions to a knowledge of the Biology of the Richmond River; *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* 39, 93—151.
- 1917 - Rhizopods of Sydney and Lismore; *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* 42, 633—675.
- RICHTERS, F. - 1908 - Beitrag zur Kenntnis der Mossfauna Australiens und der Inseln des Pazifischen Ozeans; *Zoöl. Jahrb. Abt. system.* 26, 196.
- SCHAUDINN - 1898 - Rhizopoden von Ost Africa. Deutsch Ost-Africa.
- SCHOUTEDEN H. - 1906 - Les Rhizopodes testacés d'eau douce d'après la monographie du professeur S. Awerintzew; *Ann. biol. lac.* I. 327.
- STEPANEC M. - 1952 - Testacea of the Pond of Hradek at Kienratice (Prague); *Acta Musei nationalis Pragae* 1952, 8 B, Zoologia 2, 3—55.
- WAILES, G. H. - 1913 — Fresh water - Rhizopoda from North and South America; *J. Linn. Soc. Zoöl.* 32, 201—218.
- 1927 - Rhizopoda and Heliozoa from British Columbia; *Ann. Mag. Nat. Hist.* ser. 9, 20.

PLANCHE I

1. *Arcella megastoma congolensis* VAN OYE
2. *Arcella vulgaris* EHRENBURG
3. *Arcella vulgaris* EHRENBURG var. *depressa* n. var.
- 4, 5. *Diffugia Leidyi* WAILES
- 6, 7. *Diffugia masaruzii* n. sp.
8. *Centropyxis aculeata* (EHRENBURG) STEIN var.  
*minima* VAN OYE



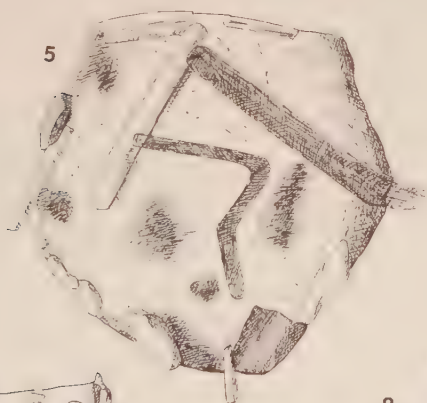
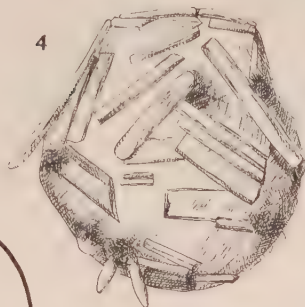
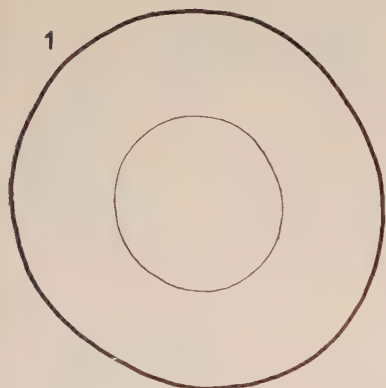


PLANCHE II

9. *Centropyxis aerophila* DEFLANDRE
10. *Centropyxis cassis* (WALLICH) DEFLANDRE var.  
*minima* VAN OYE.
11. *Centropyxis pyriformis* n. sp.
12. 13. *Cyclopyxis deflandrei* VAN OYE
14. *Cyclopyxis kahli* DEFLANDRE
15. *Quadrullella acuminata* n. sp.
16. *Quadrullella symmetrica* WALLICH var.  
*kivuensis* n. var.
17. *Nebela caudata* LEIDY

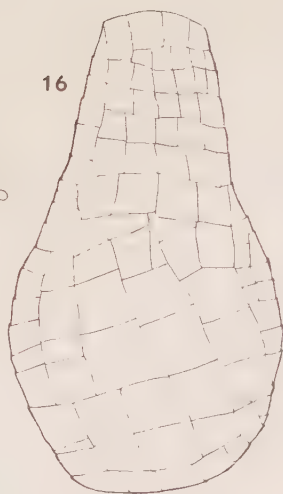
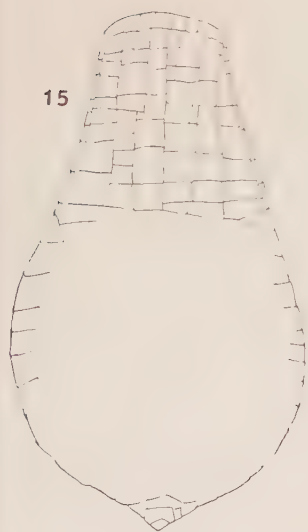
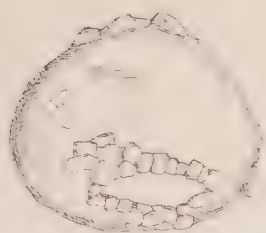
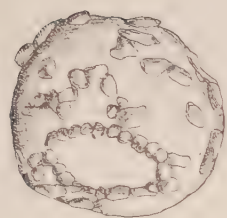
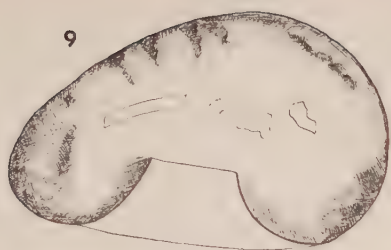


PLANCHE III

- 18. *Nebela dentistoma* PENARD
- 19. *Nebela militaris* PENARD
- 20. *Nebela tubulata* BROWN
- 21, 22, 23. *Nebela vas* CERTES



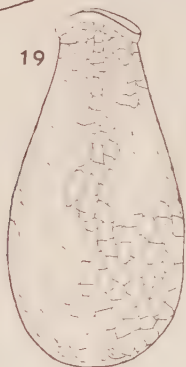
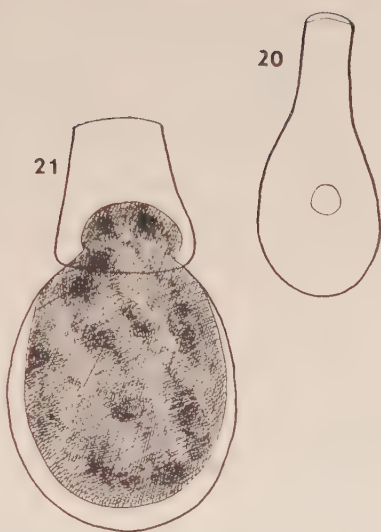
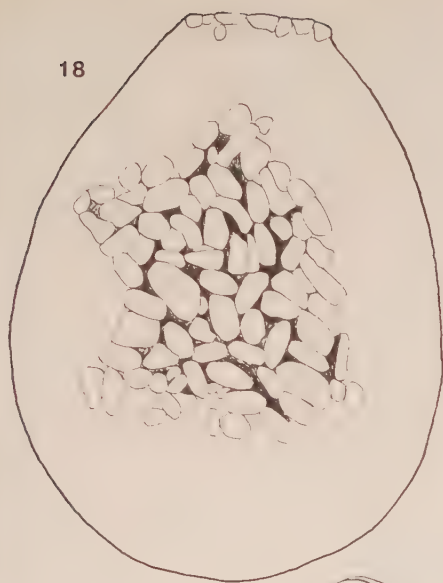


PLANCHE IV

- 24, 25, 26. *Nebela wailesi* DEFLANDRE
- 27. *Fungia intermedia* n. sp.
- 28. *Hyalosphenia minuta* CASH
- 29. *Hyalosphenia schoutedeni* VAN OYE var. *rotunda* n. var.
- 30. *Euglypha ciliata* EHRENBURG
- 31. *Euglypha curvata* n. sp.
- 32. *Euglypha filifera* PENARD var. *magna* n. var.

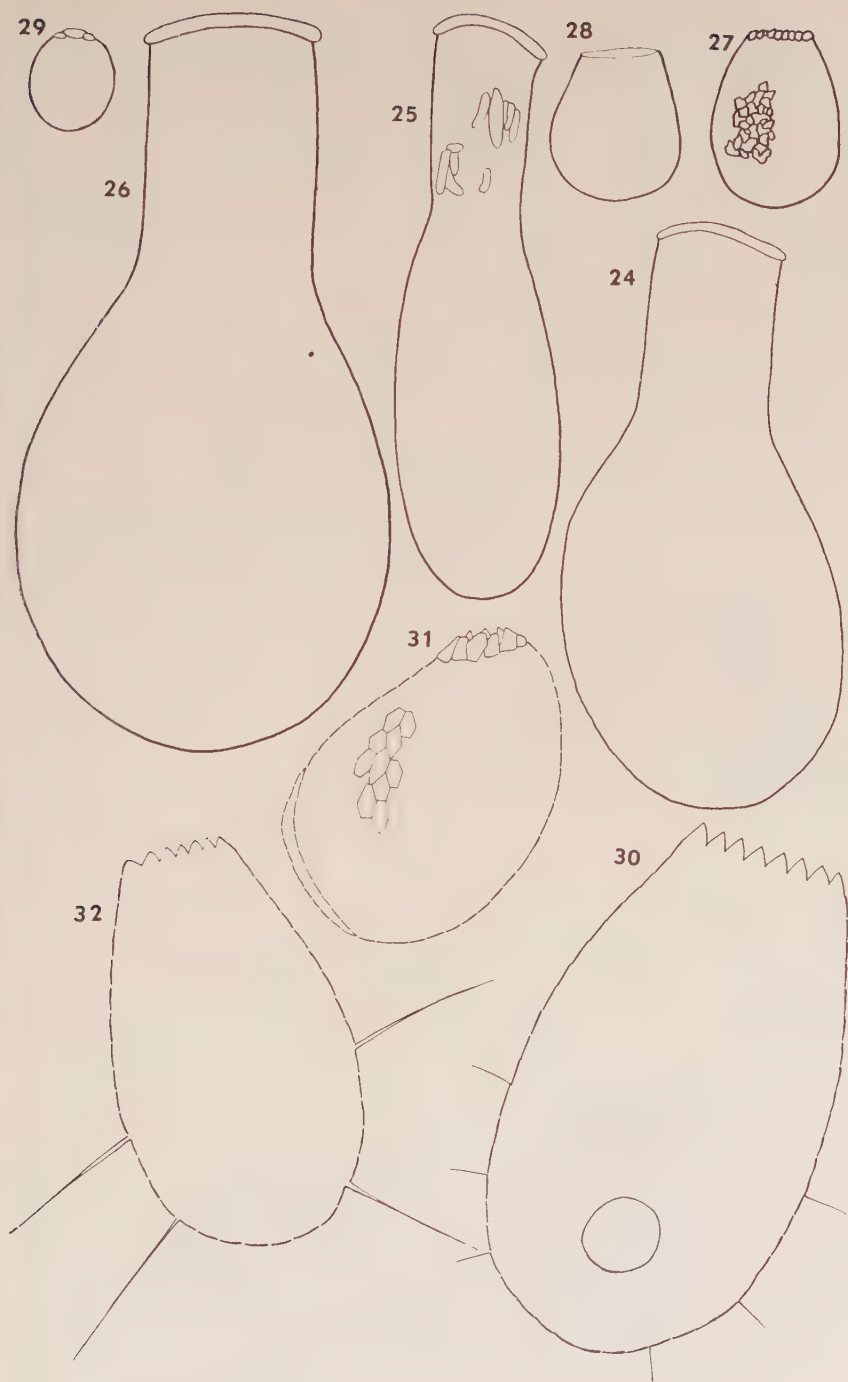
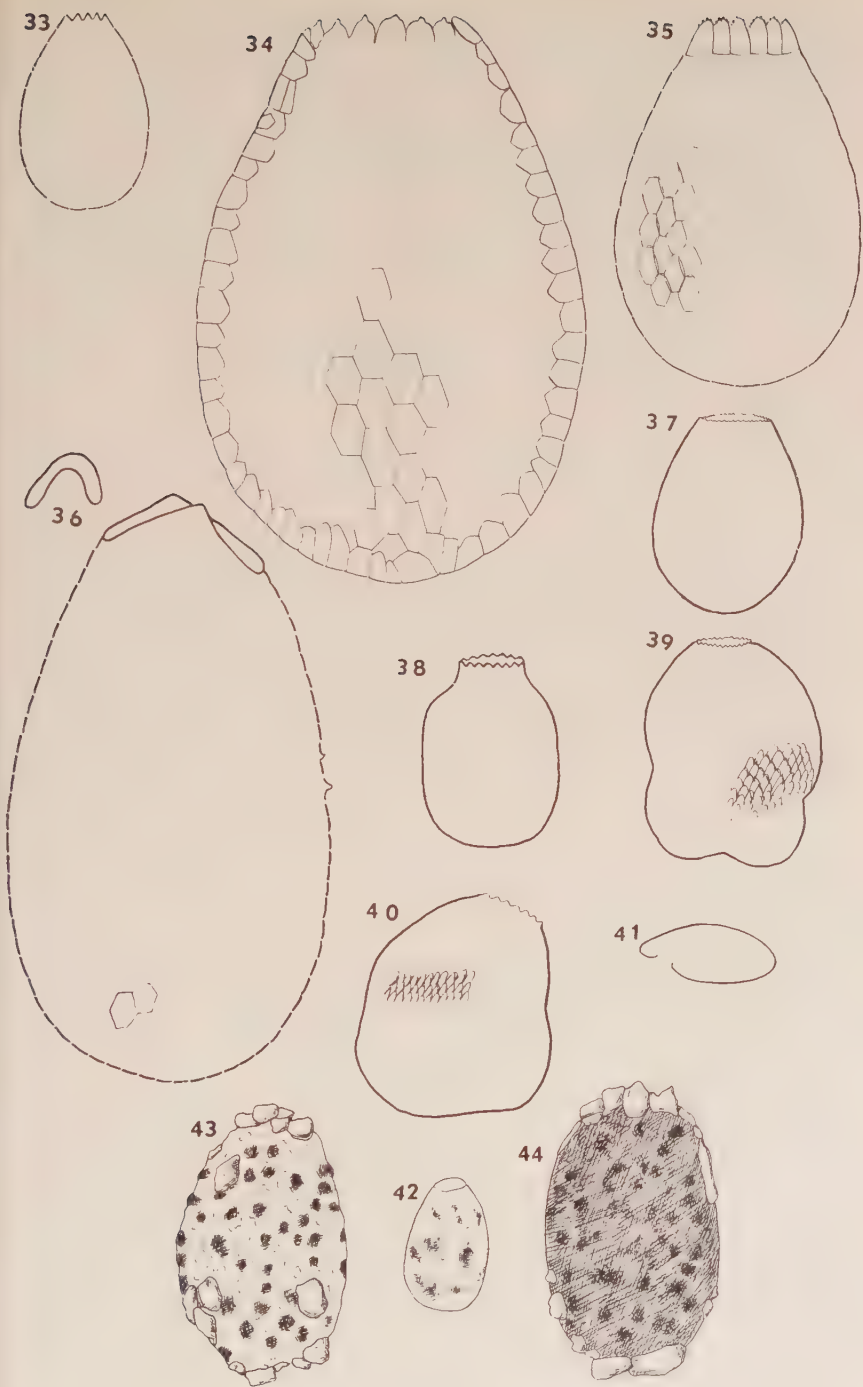


PLANCHE V

- 33. *Euglypha laevis* (EHRENBERG) PERTY
- 34. *Euglypha marginata* n. sp.
- 35. *Euglypha strigosa* EHRENBERG
- 36. *Euglypha symoensi* n. sp.
- 37. *Assulina muscorum* GREEFF
- 38, 39, 40. *Assulina quadratum* n. sp.
- 41. *Corythion dubium* TARANEK
- 42. *Corythion pulchellum* PENARD
- 34, 44. *Amphitrema congolense* n. sp.





# Diffflugia gramen Penard, Diffflugia gramen var. achlora Penard and Diffflugia gramen f. globulosa f.n.

(Morphometrical and Statistical Study).

by

MIROSLAV ŠTĚPÁNEK\* and JELÍNEK JIŘÍ

In 1952 we have received from doc. Dr. V. SLÁDEČEK two samples of net plankton characterized by a very rich content of *Testacea-Rhizopoda*. The samples were taken at two localities marked by different geological beds. Found species of *Testacea* in the samples were present in such an abundance, so that good possibility was given for a statistical treatment. As the found forms are belonging to the group of species of the genus *Diffflugia*, where a precise systematic classification is rather difficult, we decided for obtaining of their more exact definitions to use not only the direct observation method, but also to take advantage of modern statistical methods.

EUGÈNE PENARD in his monumental „Faune Rhizopodique du Basin du Léman” (1902) has described two new forms of the genus *Diffflugia* systematically close to the species *Diffflugia limnetica*. These two forms were named by E. PENARD *Diffflugia gramen* and *D. gramen* var. *achlora*. The found forms were differentiated mutually first of all by the magnitude of the shells, their colour and by the presence or absence of green symbiotic algae of the genus *Zoochlorella*. As E. PENARD refers, both forms are differing to small extent with regard to the general appearance. *Diffflugia gramen*, after E. PENARD, is not of no rare occurrence. On basis of references at hand this species was found in Swiss (PENARD — 1902), England (CASH — 1909), Holland (HOOGENRAAD & DE GROOT — 1940), Czechoslovakia (ŠTĚPÁNEK — 1951), AOF (DECLOÎTRE — 1952), and Belgium (VAN OYE — 1953). The variety *achlora* was found only in Swiss (PENARD — 1902) and in AOF (DECLOÎTRE — 1948).

---

\* (Ústav Hygieny — Praha — Odd.hydrologie.)

In no article we could meet indications, that both forms should be found in plankton showing mass development characteristics. From our experience the classification of the species *Diffugia gramen* alone based only on observation of a small number of individuals in some instances is very difficult, leading often to misdeterminations (as *D. limnetica*).

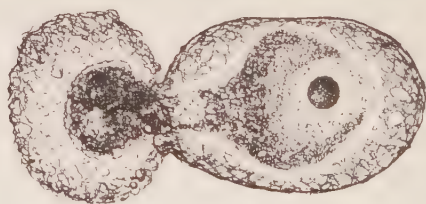
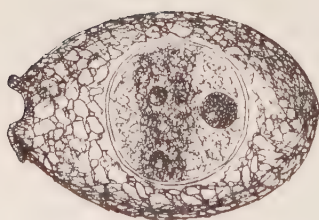
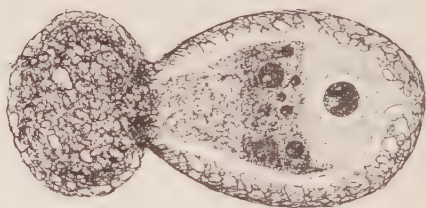
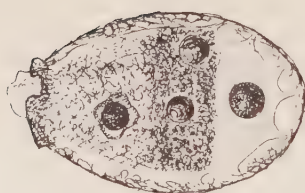
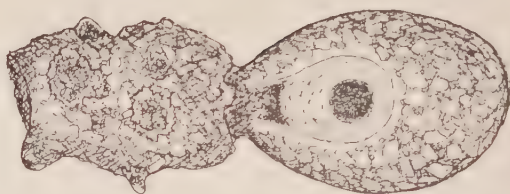
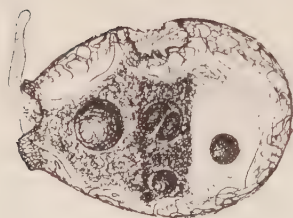
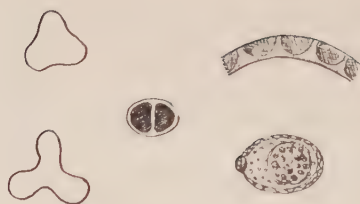
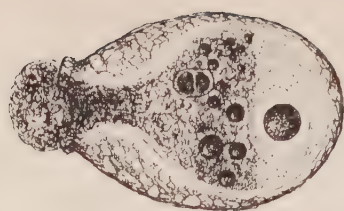
During the treatment of the above mentioned samples some individuals were excluded and described as a new form of the species *Diffugia gramen*.

*Diffugia gramen* PENARD (1902) (Tab. I — Fig. 1. — Graphs No 1—2) (*D. lobostoma* LEIDY, Pl. XV, Fig. 15 — *D. tricuspis?* CARTER).

Individuals of this species were found in the Dolejší pond near Padrt<sup>v</sup>, in west of Brdy hilly country, Bohemia. The pond is not fertilized. Its height amounts to about 640 m a.s.l. The pond is surrounded by conifer forest of subalpine character. The area is 65,9 ha. The pond shape is narrow and prolonged; the pond is connected on the Hořejší pond. Its south part changes to a wet meadow area and in this region lies a small island. After SLÁDEČEK (1950) 16 inflows are mouthing into this pond, from which only 2 leaving the Hořejší pond carry relatively great amounts of water. At the bottom of the pond, mighty springs are originating. The maximal depth of the pond, as SLÁDEČEK is referring, varies from 2,5 to 3,0 m. The water is nearly all the year through of a yellow-brown colour (peaty character — see SLÁDEČEK). The pond is located on the boundary of algonkian and cabrian structures. J. JAHN (1925) supposed, that in the region of this pond and in its environment existed a diluvial lake. More detailed limnological data can be found in the above cited article by SLÁDEČEK (1950).

On the 11th of september, 1948, the sampling day, V. SLÁDEČEK estimated the following water characteristics: temperature near surface = 23°C, transparency = 35 cm (Secchi disc), pH = 7,2, and alkalinity = 0,6 mval. The leading constituent of plankton composition was just the species *Diffugia gramen*, erroneously referred in SLÁDEČEK's article as *Diffugia limnetica*. These organisms formed 42 % of the total crop of net plankters. The following per cent composition of numerically outstanding plankter species was estimated by SLÁDEČEK: *Nauplii* | *Cyclops* + *Diaptomus* | — 32 %, *Polyarthra dolichoptera* — 7 %, *Daphnia cucullata* — 7 %, and *Cyclops* — 6 %. Beside that a considerable number of various species of the groups *Rotatoria* and *Crustacea* was present.

In Table I the dimensions of individuals belonging to *Diffugia gramen* are given: the length varied from 70,8  $\mu$  to 92,4  $\mu$ , the width





from 53,4  $\mu$  to 64,7  $\mu$ , the mouth-opening from 17,5  $\mu$  to 28,0  $\mu$ . The number of mouth-opening lobes remained in all instances constant — 3. The majority of organisms of this species had a nucleus 10,5  $\mu$  in diameter, and one symbiotic alga of the genus *Chroococcus* (estimated by K. ROSA), found in the plasma; sometimes this alga was absent or was present in two units. The majority of individuals contained also 1—2 fat drops in the plasm. Some individuals possessed parasites.

The shell of all individuals was very thickly covered by minute fragments and plates cemented together. The shell walls are very thin, so that without special preparation details in the plasma can be easily observed. The majority of individuals is characterized by an egg-shaped shell. On the narrower end of the shell a threefold lobe mouth opening is situated, mostly limited by a well pronounced collar. Some individuals were found having deformed or partly broken shell. A great number of individuals was observed to be in the reproductional stage.

The plasm of *Diffugia gramen* is composed of several layers with different structure. From the inside of the mouth opening usually only one lobopodium is being put out. The layer of the plasm near the mouth opening is of a foamy structure with enclosed particles of allochthonous origin. In this layer material for a daughter cell shell is formed and stored. In this layer often a symbiotic alga of the genus *Chroococcus* or fat drops are found. Under the foamy layer lies coarse grainy plasm of brownish colour with numerous aggregates of dark particles. In the majority of instances in this layer 1—2 fat drops of shining orange colour are located (reaching up to 10  $\mu$ ). Beside these great drops a great number of smaller fat droplets can be observed. The importance of this layer consists probably in nutritional food storage functions. It acts also as an floating agent making possible plankton characteristics of an individual. Sometimes a symbiotic alga can be observed in this layer. Under the layer of plasm containing fat droplets another form of bright grainy plasm is found with numerous particles surrounding a spherical nucleus. In this form of plasm we could never detect strange particles as it was the case in other layers. The part of plasm in which the nucleus is found is always situated deeply in the shell. This stage of plasm can be observed by the majority of individuals except those being in the stages of division or shortly before or after them.

During the process of division first of all the plasm containing building material gets out of the mother individual, forming an aggregate approximately of that form as should have the daughter individual. Then the transport of solid building particles platelets or fragments sets in toward the surface of above named aggregate. As soon

as the majority of these particles is fixed on the surface, the plasm cements them together. A very soft shell is so formed with numerous holes in the places of lacking solid building material. Now a new transport begins, namely of the grainy matter from the dark brown plasm portion with fat droplets to the preceding new formed area. Also numerous fat droplets are moving along to the daughter individual. In the moment of the movement of this fatty portion of plasm the nucleus divides and one half of it goes into the daughter individual. The plasm inside the mother shell at the beginning of the division is fixed usually by only one pseudopodium, which later also disappears. The total plasm volume of the mother individual is reduced by about 2/3 with resulting dilution. The mother individual furnishes to the daughter one also its symbiotic algae, the number of which before the division is greater. As the surface of the daughter individual shell gets sufficiently firm and individual plasm layers are differentiated again, both individuals separate and live independently.

In the case of encystation the plasm differentiation to individual layers undergoes no changes. The cyst gets a thick membranous cover.

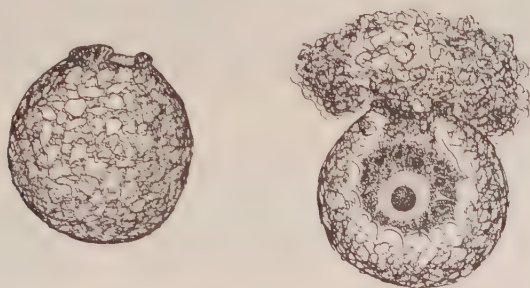
Of all observed individuals 60% contained an enclosed organism (symbiont? parasite?) with brown chitineous shell and a rounded mouth opening with a collar. Inside this shell a spherical cyst with green nucleoli was located (see Fig. 1.).

Detailed numerical treatment is given in the statistical part of this article. (Graphs No. 1—2.)

### *Diffflugia gramen forma globulosa m.n.f.* (Fig. No. 2).

In the sample where the species *Diffflugia gramen* was found also individuals differing from this species in shape were detected. The shell of these organisms was globe-shaped of the diameter of 56  $\mu$ . The mouth opening consisted also of a threefold lobe as in the case of the basic species, similarly as the shell building and its material. The plasm is differentiated in similar manner as in the species *Diffflugia gramen* except the nucleus which is surrounded by a cover only of bright plasm grains, followed by a next layer composed of plasm belonging to the kind with fat drops. In the nearest environment of the nucleus we were not able to detect any fat drops. Somewhat different is the fixation of the plasm to the shell, performed by numerous small pseudopodia. The division proceeds similarly as in the basic species. Symbiotic algae are minute green globulae (further non identified) in the contrary to the algae of the genus *Chroococcus* found in the species *Diffflugia gramen*. The occurrence frequency of these organisms in the proportion to the basic species makes 13 : 100,

i.e. nearly 1/10 of the number of the basic species. This form can be distinguished yet on the first sight.



Fog. 2. *Diffugia gramen* f. *globulosa* n.f. - Dolejší pond.

*Diffugia gramen* var. *achlora* PENARD 1902. (Tab. II.—Fig. 3—Graphs No 1—2.)

The individuals belonging to this variety were found in the Velký rybník near Doksy (Great Pond or „MÁCHA Lake”). This locality is situated 264 m a.s.l. Its geological bed (SLÁDEČEK—1951) consists of sandstone of late senon period, covering nonpermeable strata of upper turon marl. The area of this pond makes approximately 300 ha. The average depth varies from 2,0 to 3,5 m; the maximal depth amounts 6 m. MÁCHA Lake receives 2 inflows: the brook Mlýnský, flowing out from the Břehyně pond and a brook originating in Čepy ponds, bringing relatively high pollution. MÁCHA Lake is fertilized.

Because no analyses were performed on the sampling day the data of water composition cannot be presented here. For an orientation we give some analytical results obtained by SLÁDEČEK in the same year (June 6, 1948): Water temperature near surface: 25,3°C, pH 9,2, transparency 125—130 cm (Secchi disc). V. SLÁDEČEK indentified this variety again as *Diffugia limnetica*. It predominated in the net plankton composition on the 15th of September, 1948, by 58 ‰. Of the numerously represented species found by SLÁDEČEK we refer *Pompholyx sulcata* GOSSE—9 ‰, *Anuraeopsis fiss* GOSSE—8 ‰, and *Keratella stipitata* — 6 ‰. Other species are not reaching so high occurrence frequency. More detailed data can be found in the article of SLÁDEČEK (1951).

The dimensions of *Diffugia gramen* var. *achlora* (see Tab. II.) are as follows: length 52,5  $\mu$  to 69,2  $\mu$ , width 41,0  $\mu$  to 53,3  $\mu$ , mouth opening diameter 14,0  $\mu$  to 24,5  $\mu$ . The size of the nucleus varies from 5  $\mu$  to 8  $\mu$ . The number of lobes of the mouth opening is constant = 3. Around the mouth opening by the majority of individuals no or very faintly pronounced collar is developed.

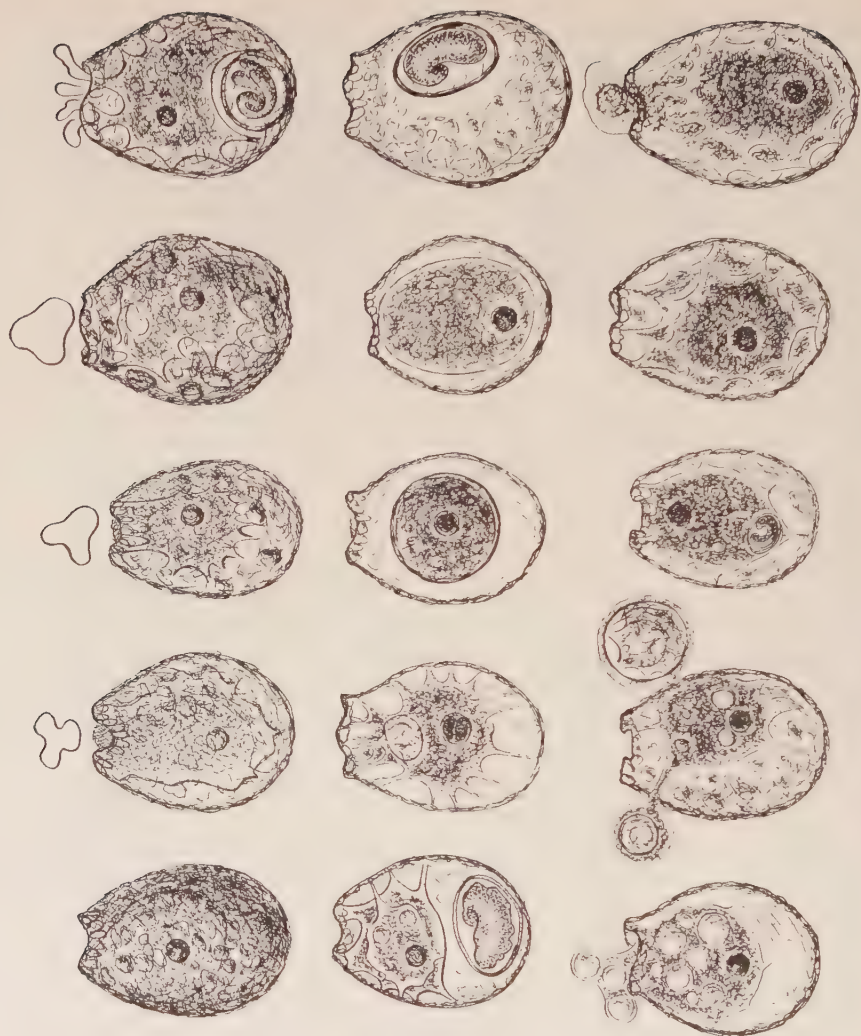


Fig. 3a. *Diffugia gramen* v. *achlora* PENARD-MÁCHA Lake.



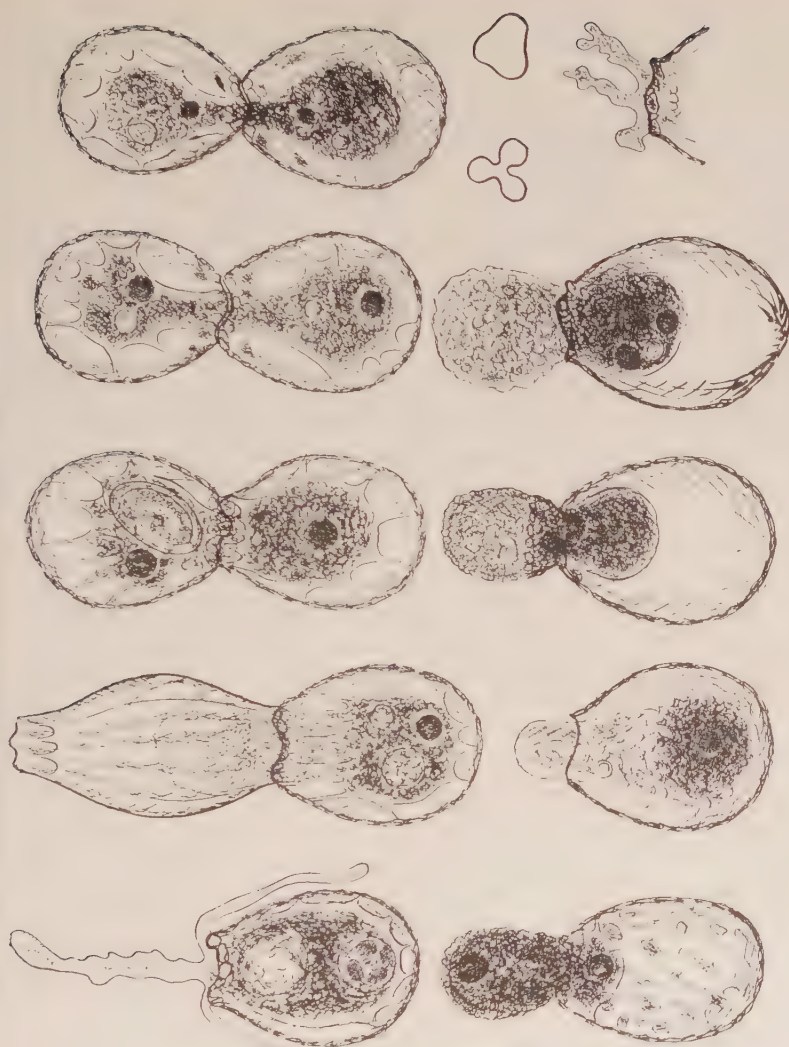


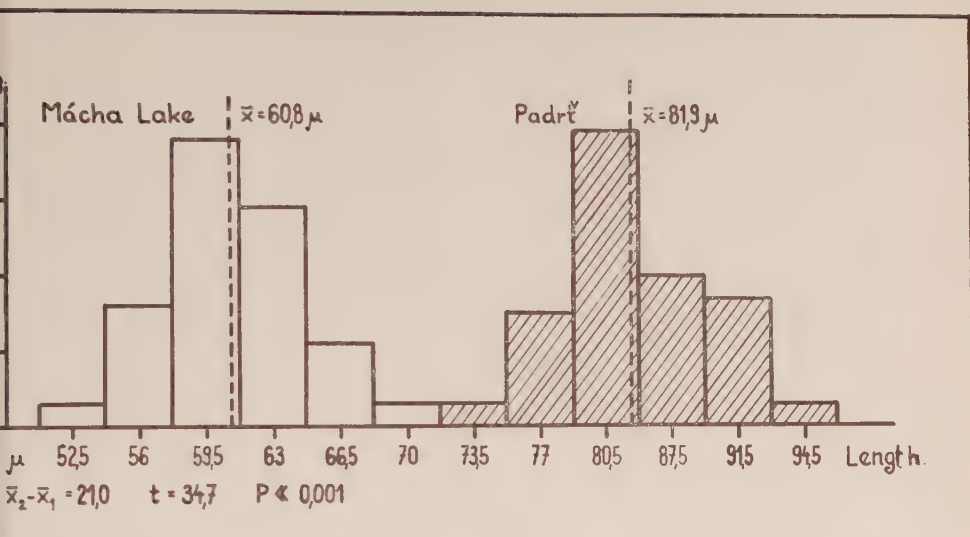
Fig. 3b. *Diffugia gramen* v. *achlora* PENARD-MÁCHA Lake.

The shell is covered by rarely bright fragments and the cementation matter is of grey-white colour. The transparency of the shell is reduced in comparison to the species *D. gramen* from the Dolejší pond near Padrt'. The shell walls are a little thicker, but very fragile. The shell is broadly egg-shaped with the mouth opening situated at the narrower end. A great number of individuals is parasited by organisms probably belonging to the genus *Metchnikovella* (preliminary identification made by M. A. prof. Dr. O. JÍROVEC). In the plasm numerous vacuoles filled by gas are enclosed, helping probably for floating as plankton member. The plasm is differentiated again as in the species *Diffflugia gramen*, but in a different manner. In the majority of cases the nucleus is surrounded by a zone of fine grainy plasm. This zone is enclosed in a darker compact plasm containing refrangible particles. This part is then surrounded by an outer cover of foamy plasm. The pseudopodia are first of all consisting of this foamy plasm, even when sometimes into them beams of thicker dark plasm are penetrating. The lobopodia, always several in number, are long. Some individuals contain in their shell holes, by which they „pour out” the foamy plasm, so that a great bubble is originating (or two usually), helping probably also to an easier floating. The nucleus was found at various places inside the plasm in the shell.

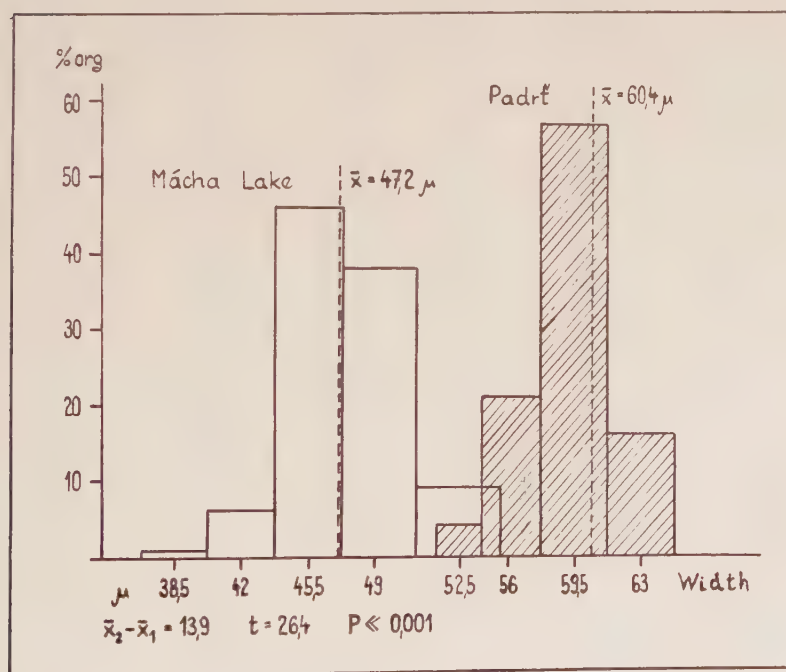
The division proceeds in a little different way as that of the species *Diffflugia gramen* found in the Dolejší pond near Padrt'. After preceding division of the nucleus leaves the mother individual about 1/2 of the plasm volume, this stage being followed by a formation of fragments and platelets beginning at the mouth opening, these are then immediately getting compact in the cementation mater. A part of the shell found against the mouth opening is in that way finished in the last stage. The daughter nucleus moves into the shell at the moment after getting out of the mother plasm. The cyst is of considerable size, so that it fills up nearly the whole inside volume of the shell. The plasm in the cyst lacks any differentiation, only near the nucleus a cover consisting of fine grainy plasm can be observed. The membrane of the cyst is very thick and compact.

A parasite can be found mostly out of plasm in the shell area. Only sometimes it is present in the plasm. The parasite is enclosed in a transparent ellipsoidic cover (Fig. 3). The membrane of this cover is thick but transparent. Inside the cover one or several fibrous formations are found composed of a thin membrane and fine grainy grey plasm. If the parasite is enclosed in the plasm of the amoeba, then this is forming around a cover of foamy plasm. Of parasitic organisms only shells were observed.

*Diffflugia gramen* var. *achlora* was observed in very numerous instances as keeping wild life manures. In Fig. 3 we can see, how



Graph 1. *Diffflugia gramen* and *D. gramen* v. *achlora*-length.



Graph 2. *Diffflugia gramen* and *D. gramen* v. *achlora*-width.

it attacks a rotifer from the group *Bdelloidea*. Many other organisms far more greater we observed being attacked by this *Diffugia*. Statistical data follow in the next paragraph.

A comparison between the species *Diffugia gramen* and its var. *achlora*.

The following characteristics were estimated by all organisms: the shell length, width, diameter of the mouth opening, diameter of the nucleus, the number of lobes of the mouth opening, presence of a collar around the mouth, presence of symbiotic algae, fat drops, gas vacuoles, and an enumeration of parasitic infestation in per cent. Corresponding results are given in Tables I and II.

TABLE I.

The table of estimated data about *Diffugia gramen* PENARD.  
(The Dolejší pond).

length $\mu$	width $\mu$	mouth-open. $\mu$	number of lobes	nucleus $\mu$	symb. algae	fat drops
84,0	59,5	24,5	3	+	+	—
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	—
66,5	52,5	21,0	3	10,5	+	+
91,0	63,0	21,0	3	+	+	+
80,5	63,0	24,5	3	10,5	+	+
80,5	56,0	24,5	3	10,5	+	+
66,5	52,5	17,5	3	10,5	+	—
80,5	63,0	24,5	3	10,5	+	+
80,5	56,0	24,5	3	10,5	+	+
77,0	56,0	24,5	3	10,5	+	+
80,5	63,0	24,5	?	10,5	—	—
91,0	59,5	24,5	3	10,5	+	—
87,5	63,0	28,0	3	10,5	+	+
87,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
84,0	56,0	24,5	3	10,5	—	—
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
87,5	56,0	28,0	3	10,5	—	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	—	—
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	21,0	3	10,5	—	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	—	—
87,5	63,0	24,5	3	10,5	+	—



Table I. (continued)

length $\mu$	width $\mu$	mouth-open $\mu$	number of lobes	nucleus $\mu$	symb algae	fat drops
80,5	56,0	28,0	3	10,5	+	—
80,5	56,0	28,0	3	10,5	+	—
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	—
87,5	63,0	24,5	3	10,5	+	+
80,5	56,0	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
87,5	59,5	28,0	3	10,5	+	+
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
87,5	59,5	28,0	3	10,5	?	+
80,5	56,0	24,5	3	10,5	—	+
73,5	56,0	28,0	3	10,5	+	+
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
87,5	59,5	24,5	3	—	—	—
87,5	59,5	24,5	3	10,5	—	+
80,5	56,0	24,5	3	10,5	—	—
80,5	63,0	28,0	3	10,5	+	+
77,5	56,0	24,5	3	2x10,5	—	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
87,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
73,5	59,5	28,0	3	10,5	—	+
80,5	59,5	28,0	3	10,5	+	+
84,0	63,0	28,0	3	10,5	+	+
80,5	63,0	28,0	3	10,5	+	+
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
80,5	56,0	24,5	3	10,5	+	+
87,5	63,0	24,5	3	10,5	+	+
80,5	56,0	24,5	3	10,5	—	—
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
77,0	59,5	24,5	3	10,5	—	+
84,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
87,5	59,5	28,0	3	10,5	+	+
84,0	59,5	24,5	3	—	—	—
84,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
87,5	63,0	28,0	3	10,5	+	+
80,5	56,0	24,5	3	10,5	+	+
84,0	52,5	24,5	3	10,5	+	+

Table I. (continued)

length "	width "	mouth-open. "	number of lobes	nucleus "	symb. algae	fat drops
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
87,5	59,5	28,0	3	10,5	+	+
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	56,0	17,5	3	10,5	+	+
84,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	28,0	3	10,5	+	+
87,5	59,5	28,0	3	10,5	+	+
72,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
77,0	56,0	24,5	3	10,5	—	+
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
80,5	56,0	28,0	3	10,5	—	+
80,5	56,0	28,0	3	10,5	—	+
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	28,0	3	10,5	—	+
87,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	52,5	17,5	3	10,5	—	+
77,0	63,0	28,0	3	—	—	—
87,5	63,0	28,0	3	10,5	—	+
77,0	56,0	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
80,5	59,5	28,0	3	10,5	—	+
84,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	—
						Parasite
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
80,5	59,5	28,0	3	10,5	—	+
80,5	63,0	28,0	3	10,5	+	+
84,0	63,0	28,0	3	10,5	+	+
77,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
73,5	56,0	21,0	3	10,5	—	+
84,0	59,5	24,5	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	+
84,0	59,5	28,0	3	10,5	+	+
80,5	59,5	24,5	3	10,5	+	—

TABLE II.

The table of estimated data about *Diffugia gramen* var. *achlora* P.  
(MÁCHA Lake).

length $\mu$	width $\mu$	mouth-open. $\mu$	number of lobes	nucleus $\mu$	symb. algae	para- site
63,5	45,5	14,0	3	7,0	—	—
59,5	49,0	21,0	3	+	—	—
56,0	42,0	17,5	3	7,0	—	—
56,0	45,5	20,0	3	+	—	—
63,0	49,0	23,0	3	+	—	—
59,5	45,5	17,5	3	+	—	—
59,5	45,5	17,5	3	7,0	—	—
52,5	45,5	14,0	3	7,0	—	—
63,0	45,5	21,0	3	—+	—	—
59,5	45,5	21,0	3	+	—	—
63,0	52,5	24,0	3	7,0	—	—
56,0	38,5	17,5	3	+	—	—
63,0	52,5	17,5	3	7,0	—	—
59,5	45,5	21,0	3	+	—	—
66,5	52,5	23,0	3	+	—	—
59,5	45,5	21,0	3	5,0	—	—
56,0	42,0	21,0	3	+	—	—
66,5	49,0	21,0	3	7,0	—	—
59,5	45,5	17,5	3	—	—	+
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
59,5	42,0	24,0	3	+	—	—
56,0	45,ř	18,0	3	7,0	—	—
59,0	49,0	18,0	3	7,0	—	—
66,5	49,0	17,5	3	+	—	—
63,0	49,0	21,0	3	7,0	—	+
59,5	45,5	24,5	3	7,0	—	—
59,5	45,5	24,5	3	+	—	—
66,5	52,5	23,0	3	7,0	—	—
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
63,0	49,0	21,0	3	7,0	—	—
66,5	49,0	21,0	3	7,0	—	—
63,0	45,5	21,0	3	+	—	—
59,5	49,0	17,5	3	+	—	—
70,0	49,0	24,5	3	+	—	—
63,0	49,0	24,5	3	+	—	—
59,5	49,0	21,0	3	+	—	—
63,0	52,5	24,5	3	7,0	—	—

Table II. (continued)

length $\mu$	width $\mu$	mouth-open. $\mu$	number of lobes	nucleus $\mu$	symb. algae	para- site
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
63,0	45,5	24,5	3	+	—	—
59,5	45,5	21,0	3	6,0	—	—
63,0	45,5	21,0	3	+	—	—
59,5	49,0	24,5	3	+	—	—
56,0	45,5	21,0	3	+	—	—
59,5	49,0	24,5	3	7,0	—	—
56,0	49,0	21,0	3	7,0	—	—
59,5	45,5	24,5	3	8,0	—	—
63,0	49,0	24,5	3	8,5	—	—
56,0	49,0	21,0	3	8,5	—	—
59,5	49,0	21,0	3	7,0	—	—
63,0	49,0	21,0	3	+	—	—
63,0	49,0	24,5	3	+	—	—
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
59,5	45,5	24,5	3	7,0	—	—
63,0	45,5	24,5	3	7,0	—	—
66,5	52,5	24,5	3	—	—	+
56,0	42,0	21,0	3	8,0	—	—
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
63,0	45,5	24,5	3	7,0	—	—
59,5	45,5	21,0	3	+	—	—
56,0	45,5	24,5	3+	+	—	—
63,0	49,0	21,0	3	+	—	—
59,5	49,0	21,0	3	+	—	—
70,0	45,5	21,0	3	7,0	—	—
66,5	49,0	21,0	3	+	—	—
52,5	49,0	21,0	3	+	—	—
59,5	49,0	21,0	3	+	—	—
63,0	45,5	21,0	3	+	—	—
56,0	45,5	21,0	3	+	—	—
59,5	49,0	21,0	3	+	—	—
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
63,0	49,0	28,0	3	+	—	—
63,0	49,0	24,5	3	7,0	—	—
56,0	45,5	21,0	3	+	—	—
59,5	49,0	21,0	3	7,0	—	—
56,0	45,5	17,5	3	+	—	—



Table II. (continued)

length $\mu$	width $\mu$	mouth-open. $\mu$	number of lobes	nucleus $\mu$	symb. algae	para- site
56,0	45,5	17,5	3	+	—	—
63,0	49,0	21,0	3	7,0	—	—
59,5	42,0	21,0	3	+	—	—
52,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
66,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
63,0	45,5	21,0	3	7,0	—	—
63,0	49,0	21,0	3	7,0	—	—
59,5	49,0	17,5	3	7,0	—	—
63,0	49,0	21,0	3	—	—	—
63,0	45,5	21,0	3	7,0	—	—
56,0	45,5	17,5	3	—	—	—
59,5	45,5	21,0	3	7,0	—	—
63,0	49,0	21,0	3	7,0	—	—
70,0	49,0	21,0	3	+	—	—
66,5	52,5	24,5	3	+	—	—
56,0	45,5	24,5	3	7,0	—	—
63,0	49,0	21,0	3	7,0	—	—
59,5	42,0	21,0	3	+	—	—
66,5	52,5	24,5	3	7,0	—	—
59,5	45,5	23,0	3	+	—	—
59,5	49,0	24,5	3	—	—	—
63,0	52,5	24,5	3	7,0	—	—
66,5	49,0	21,0	3	+	—	+

The measured marks can be divided into three basic groups:

1. The group of marks not suitable for an exact mathematical treatment.
2. The group of marks showing variability or little useful for statistical treatment.
3. The group of marks suitable for statistical treatment.

To the first group belong first of all mouth opening diameters. This mark is useless because the mouth opening shape (three lobes) renders no possibility for a precise measurement of the mouth opening. The results of this mark measurement are tabulated for the reason of giving a full illustration of a complete appearance of found organisms. If we try to compare this characteristic obtained for both forms, we can see, that the var. *achlora* has a smaller diameter of the mouth opening. The second similar mark is the diameter of the

nucleus. Here, especially by the var. *achlora*, the relative poor transparency of the shell is preventing an exact measurement. A thicker layer of plasm by both forms makes also the measurement less reliable. The organisms from the Dolejší pond have the nucleus diameter nearly constant -  $10,5 \mu$ , the nucleus diameter of organisms from MÁCHA Lake varies from  $5-8,5 \mu$ . The nuclei of the var. *achlora* are smaller in comparison to the basic species.

The second group of marks unites such characteristics as the presence of symbiotic algae. Individuals from the Dolejší pond contained in 76 % symbiotic algae. By all observed individuals from the MÁCHA Lake no one symbiotic alga has been found. This mark is therefore a very good characteristic for an identification of the species *Diffugia gramen* and its variety *achlora*. Similarly the presence of fat drops in the plasm is a suitable mark of the species *Diffugia gramen*. Some 80 % of individuals from the Dolejší pond were noted as possessing fat drops in their plasms, whereas the absence of this mark was noted by organisms from the MÁCHA Lake. The individuals from this lake showed in the contrary a very rich vacuolized plasm.

The population from the Dolejší pond was parasited only in 3 %, the corresponding percentage for organisms from the MÁCHA Lake reached 18 %.

To the second group of measured marks belongs also the number of lobes of the mouth opening, being in both forms very constant. In all observed instances the mouth opening had a threefold lobe.

These marks as named above give valuable and important data useful to the identification of this species. For a special statistic treatment no advantage can be taken of them. As fully suitable has proved the basic dimension of the shell - the length and the width. The data of these characteristics are in detail treated in the following paragraphs. The importance of these data is supported also by the fact, that sometimes only shells are at hand. In that instance it can be also shown, that in the systematics of some species of *Rhizopoda* the shell is sufficient for their reliable identification.

Following statistical data for collar were obtained:

Collar	Mácha Lake	Padrt' pond
none	50 %	4 %
indistinct	21 %	6 %
distinct	29 %	87 %
$\chi^2 = 76,5$		P — 0,001

The magnitude of  $\chi^2$  shows, that both populations from this point of view are significantly distinguished.

The treatment of fundamental morphometric characteristics — the shell length and width — required a quantitative statistical analysis. It has been proved, that both populations are significantly different (see Graphs 1 and 2); the following parameters were calculated:

Mean length (MÁCHA lake) . . . . .	60,8 $\mu$
Maximal dispersion of population (95%) . . . . .	69,2 — 52,5 $\mu$
Mean length (Dolejší pond) . . . . .	81,6 $\mu$
Maximal dispersion of population (95%) . . . . .	92,4 — 70,8 $\mu$

The difference of both diameters differs significantly from 0 t =  
= 20,7834      P 0,001  
34

Mean width (MÁCHA lake) . . . . .	47,2 $\mu$
Maximal dispersion of population (95%) . . . . .	53,3 — 41,0 $\mu$
Mean width (Dolejší pond) . . . . .	60,4 $\mu$
Maximal dispersion of population (95%) . . . . .	64,7 — 53,4 $\mu$

The difference of both diameters differs significantly from 0 t =  
= 13,26226      P is also 0,001  
26

In addition, these fundamental statistical characteristics were evaluated from the standpoint of their ratio, t.i. an index furnishing more precise informations about morphological interrelation of both investigated populations. It has been estimated, that the ratio shell length to width in the M region varies within the limits 1,275 to 1,305 with the mean of 1,29 (fiducial limits for 95%), whereas the P population estimates were calculated as 1,396 to 1,368 (mean 1,38), respectively. Above said facts show, that even from this standpoint both populations could be mutually distinguishable. This gives a reliable basis for the statement, that two new species, and no one species and its variety are at hand.

### CONCLUSION

Two forms of the genus *Diffflugia* were compared on basis of morphometrical and statistical analyses and a new form of the species *Diffflugia gramen* was described.

## LITERATURE

- BARTOŠ, E. - 1954 - Koreňonožce radu Testacea. 1—190. Bratislava.
- CASH, J., HOPKINSON, J. & G. H. WAILES - 1909 - British freshwater Rhizopoda and Heliozoa. II; Ray Soc. Monographs. London.
- DECLOÏTRE, L. - 1948 - Matériaux pour une faune rhizopodique d'A.O.F.; *Bull. de l'Inst. d'Afrique noire*, 10: 235—284.
- 1951 - Rhizopodes de la station de Tiaroye (Senegal); *Das Actas da Conferencia Inter. dos Afric. Oc. em Bissau*, Vol. III, 2a; 101—112.
- HOOGENRAAD, H. R. & DE GROOT, A. A. - 1940 - Zoetwaterrhizopoden en Heliozoën (A1a). 1—303. Leiden.
- PENARD, E. - 1902 - Faune Rhizopodique du Bassin du Lemán. 1—714. Geneve.
- SLÁDEČEK, V. - 1951 - A limnological study of the ponds of Padrt (Bohemia); *Bull. intern. de l'Acad. tcheque* 51, 21: 1—22.
- 1951 - Studies of the zooplankton of the ponds of Padrt with special reference to the Cladoceran *Holopedium gibberum*; *Ibidem* 51, 22: 1—28.
- 1951 - Le zooplancton de l'étang-lac de Macha et deux autres étangs voisins (Bohème de Nord); *Časopis Národního musea, odd. přír.* 120, 1: 29—34.
- ŠTĚPÁNEK, MIROSLAV - 1952 - Testacea of the pond of Hradek at Kunratice (Prague); *Acta Musei Nat. Pragae*, 8B, 3, Zool. 2, 1—55.
- 1953 - The fauna of Rhizopoda and Heliozoa of the forest pool on the Hradek near Kunratice (Praha); *Čas. Nár. Musea odd. přír.*, 122, 1: 76—80.
- 1953 - The Rhizopodes as Biological Indicators of the Contamination of Waters. I. Rhizopodes and Heliozoa in the River Moravice (Silesia, Czechoslovakia); *Přír. sbor. Ostrav. kraje*, 14, 3—4; 470—505.
- 1956 - Rhizopoda-koreňonožce-Biologické metody skúmania a hodnotenia vod (Hanuška). 292—308. 11 Pl. Bratislava.
- 1956 - Amoebina and Amoebic Stages of Flagellata freely living in Garden Soil; *Univ. Carolina, Biol.* 2,2: 125—159.
- 1957 - K otázce druhu *Diffugia* Leidy Wailes; *Biológia, ČsAV.*, XII, 10: 779—784, 9 fig.



# A new species of *Basicladia* on Australian freshwater turtles

by

SOPHIE C. DUCKER

Botany School, University of Melbourne, Australia

## INTRODUCTION

Several Chlorophyceae have been recorded from very restricted habitats, but few have been described from a habitat as circumscribed as that in which the genera *Basicladia* HOFFMANN & TILDEN 1930 and *Dermatophyton* PETER 1886 occur. The species of both genera are completely epizoid and restricted to freshwater turtles. This fact has been used to separate them from the rest of the filamentous Chlorophyceae, for there are no valid records of other sessile green algae in this unique habitat, except for one by EVERMANN & CLARK (1916), who found a species of *Microspora* on freshwater turtles.

Certain species of *Chaetomorpha* (COLLINS, 1907; TIFFANY, 1926) and *Ulvella* (SCHMIDLE, 1899; WILLE, 1897 and 1911; PRINTZ, 1927; FRITSCH, 1935) have been recorded as growing on freshwater turtles, but these are now recognised as synonyms of species of *Basicladia* and *Dermatophyton* respectively. CIFERRI (1934) incorporated one species of *Basicladia* and the monotypic *Dermatophyton* into the genus *Rhizoclonium*. No representative of the other groups of algae is mentioned as epizoid on Chelonians.

Recently the aquatic moss *Fissidens debilis* SCHWAEGER has been recorded on the carapace of the Snapping Turtle, *Chelydra serpentina* (LINNAEUS). WHITEHOUSE (1954) notes that the moss had been growing in the Dallas Aquarium, Texas, previous to the arrival of the turtle, and later it formed a luxuriant growth on the back of the animal. This seems to be the only record in the literature where the name „moss back” is justified, because generally the familiar term „moss back” describes freshwater turtles coated with green „moss”, which in reality consists of green algae.

The genus *Basicladia* and its synonyms have been recorded on *Chelydra serpentina* (LINNAEUS) (HOFFMANN & TILDEN, 1930; LEAKE, 1946; HAMILTON, 1948; PRESCOTT, 1951), on *Chrysemys bellii marginata* (AGASSIZ) (COLLINS, 1907; TIFFANY, 1926, HAMILTON, 1948) and on an unidentified species of *Chrysemys* (CIFERRI, 1934). EVERMANN & CLARK (1916) mention *Kinosternum adoratum* (LATREILLE) as a „moss back”. This name is a synonym for *Aromochelys adorata* from which *Chaetomorpha Chelonum* (now *Basicladia chelonum* (Collins) HOFFMANN & TILDEN) was described by COLLINS (1907). There are also some records of *Basicladia* on unspecified turtles (GARDNER, 1937; THOMPSON, 1938). GADOW (1923) discusses the algal „camouflage” of *Chelydra serpentina* without mentioning the algal genus concerned. All these records are from the United States of America, and, where the Chelonian is named, on American freshwater turtles.



Figure 1. *Basicladia ramulosa* sp. n. epizoic on *Chelodina longicollis* (SHAW)  
length of carapace 20 cm.

The genus *Dermatophyton* and its synonyms have been described on *Emys europaea* (SCHWEIGG) (PETER, 1886) and on *Clemmys caspica* (WAGLER) (POTTER, 1888). SCHMIDLE (1899) and FELDMANN (1936) report the occurrence of *Dermatophyton* on *Clemmys leprosa* SCHWEIGG. GADOW (1923) relates the specific name of this turtle to algal attacks:

„The life in the muddy, slimy pools renders these tortoises peculiarly liable to the attacks of a certain freshwater alga which

enters through the cracks in the horny shields and then flourishes in the Malpighian layer, and even in the underlying bone itself. This becomes gangrenous in patches, and the whole shell assumes a leprous appearance, hence the specific name of *leprosa*. Everything combines in favour of this destructive little alga. The tortoise, covered with mud, basks in the hot sun, the horny shields become brittle and crack, often peeling off in thin flakes."

With the exception of the record by COLLINS (1909) of *Dermatophyton* on an unidentified turtle from Massachusetts, all other records of this genus are from Mediterranean countries. No alga epizotic on Chelonians has been recorded from the Australian continent or from the Southern Hemisphere.

In December 1956 I found an Australian freshwater turtle, *Chelodina longicollis* (SHAW), in a shallow water channel at Stratford, Victoria. The animal (Figure 1) had a dense growth of a green alga on its carapace, the plastron being quite clean. Some months later a specimen of the same species of *Chelodina*, collected at Aspley, near Brisbane, reached me from Queensland. This animal had an identical alga growing on its carapace. The alga proved to have close affinities with the genus *Basycladia* HOFFMANN & TILDEN, 1930. However, it differs in some important aspects from the two described species of this genus, and certain of its characters transgress the boundaries of the generic description of *Basycladia*.

#### DESCRIPTION OF BASICLADIA RAMULOSA N.SP.

The carapace of each specimen of *Chelodina longicollis* was almost completely covered by a green flat incrustation, from which long, erect, dark green branches floated and trailed in the water. The carapace of the Victorian specimen (Figure 1) was 20 cm. long, and had filaments up to 10 cm. long on its back. The smaller Queensland turtle measured only 10 cm., and the growth measured up to 3 cm. in length. Both the incrustation and long, trailing filaments are part of the one organism, which is differentiated into a prostrate and an erect system.

The prostrate system may be developed as small isolated circular patches, but more often forms a complete crust over the horny epidermal plates of the carapace. It forms a web of branching multicellular filaments. As it proved impossible to separate these from each other, or from the substratum, observations have been made on sections of the outer layers of the carapace to which the alga was attached. Great difficulty was experienced in obtaining sections in which the algal incrustation remained adherent to the underlying



Figure 2. *Basicladia ramulosa* sp. n. Longitudinal section through the algal thallus and the outer layers of the carapace of the turtle; a, base of basal cell of upright system; b, small cell of prostrate system; h, cell of horny shield; m, Malpighian layer; bp, bony plate. (x c.900)



Figure 3. Longitudinal section to show the extent of the prostrate system. Note dark cells of horny shield.



Chelonian epidermis. The latter is extremely hard, while the algal layer itself is very soft and has a tendency to break away from the skin during the preparation of the sections. To overcome this difficulty, Dioxane was used as a softening agent (GURR, 1953) and the paraffin was dissolved in it. The multicellular filaments of the prostrate system form an almost continuous layer, generally one or two cells

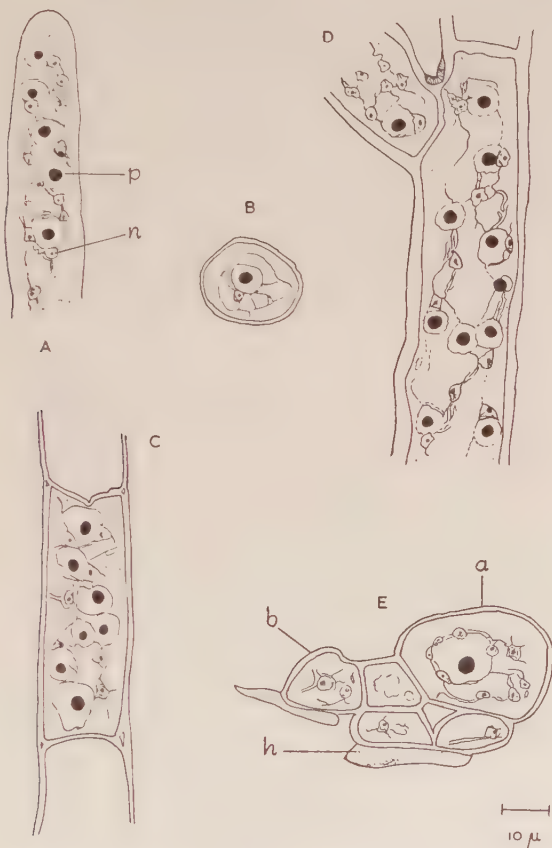


Figure 4. *Basicladia ramulosa* sp. n. Sections stained in iron-alum haematoxylin. A, longitudinal section through apical cell of filament; B, transverse section through an apical cell; C and D, longitudinal sections through mature cells; E, longitudinal section through cells of prostrate system; p, pyrenoid; n, nucleus; h, cell of horny shield; a, basal cell initial; b, cell of prostrate system.

thick, on or within the *stratum corneum*, which forms the horny shields of the carapace of the turtle. As can be seen from the photograph (Figure 1), no erect branches are formed on the nuchal and marginal epidermal plates. Here the erect system has either been damaged, or

else its growth is inhibited by the burrowing of the animal, so that only the prostrate system is present and is up to 6 or 8 cells deep. The cells of the prostrate system in general are round or somewhat angular, ranging from  $15\ \mu$  to  $30\ \mu$  in diameter. Each cell possesses a massive chloroplast and is multinucleate, but the cells do not contain pyrenoids. In prepared longitudinal sections through these incrustations and through the underlying epidermis of the animal (Figures 2 and 4 E), there occur some larger cells which do possess pyrenoids. These cells are probably the initial cells of the upright system. Very large basal cells of the upright filaments can also be seen within the prostrate system (Figures 2 and 3).

These sections also show how the cells of the prostrate system lift up the cells of the horny shield of the carapace and penetrate deeply between the layers of the horny cells. Consequently, the horny cells become loosened from each other and no longer form the well-organised covering over the Malpighian layer which is typically formed by the horny shields in a normal Chelonian epidermis.



Figure 5. *Basicladia ramulosa* sp. n. Two upright branches. a, large basal cell; b, long, fingerlike processes at base of basal cell.

The upright system is composed of profusely branched filaments up to 10 cm. long (Figure 5). The filaments are short towards the front and sides of the animals, while the apex and back of the carapace carry the longest filaments. Each upright filament is anchored into the prostrate system and into the horny shield of the animal epidermis by the holdfast-like processes of its basal cell. The morphology of the basal cell presents some of the most characteristic features of the alga. These cells are generally  $700\text{--}1200\mu$  long. On strongly developed filaments the basal cells are  $1750\mu$  long, and in a few instances basal cells over 2 mm. have been observed. The width ranges from  $30\text{--}50\mu$ . Because of its very thick and lamellated cell wall, the basal cell is extremely rigid. The vacuole occupies less than one-third of the volume of the cell and is separated from the thick lamellated cell wall by a thin protoplasmic lining, which contains several nuclei. These basal coenocytes have large processes resembling fingers or feet, which burrow deeply into the horny shield and often reach the Malpighian layer, but do not extend into it (Figures 2, 3 and 6).

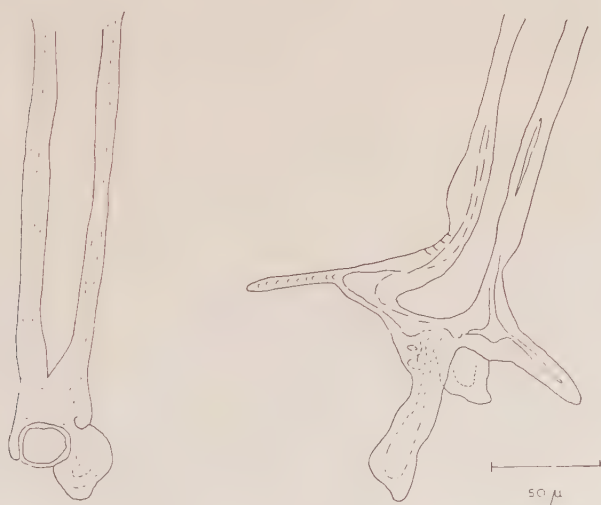


Figure 6. Base of basal cells of upright branches.

The processes also have strongly lamellated walls. No chloroplasts or pyrenoids are present in mature basal cells. The successive cells of the filaments are shorter and narrower, although they are always of a true cylindrical shape. The average length ranges from  $500$  to  $100\mu$  in the main portion of the filament, to  $60\mu$  in apical cells. The length is quite uniformly 4—5 times the diameter. The stratified

character of the cell wall gradually decreases towards the apex of the filament, but at the corners of the cells and particularly adjacent to the branches, the folded lamellae of the cell wall form the joints so characteristic of the members of the order Cladophorales. They seem to give strength and likewise flexibility to the long and heavy filaments, which have to withstand water currents and movements of the animal. In the mature cells of the vegetative upright branches, the chloroplast has a typically reticulated appearance. The uppermost apical cells are not vacuolated and the chloroplast in these cells is compact. With vacuolation of the cell, the reticulation of the chloroplast becomes evident.

It is only rarely that branches arise from the base of the basal coenocyte. Branching of the filaments typically starts at the third or fourth cell of the filament, i.e., the rigid basal cells do not show a tendency to branch. Higher up on the filaments very copious primary, secondary and tertiary branching occurs. The branches always arise just below a septum at the upper end of the parent cell; the new septum cutting off the side branch is formed at right angles to the original one. Evection as described by FRITSCH (1935) occurs later, so that often the branches seem to show dichotomy or, if two side branches arise from the same cell, trichotomy (Figure 5). The most characteristic feature of the new species is the profuse branching of

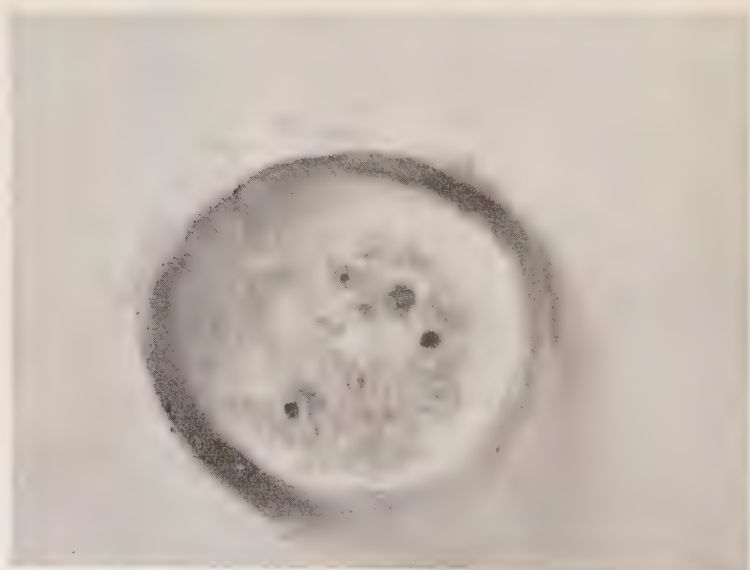


Figure 7. *Basicladia ramulosa* sp. n. Transverse section through apical cell of filament. Two pyrenoids and four nuclei with nucleoli are in focus. (x 1200).



the upper parts of the filaments, which led to the choice of the specific epithet „*ramulosa*”.

For cytological observation the alga was fixed in chrom-acetic for 24 hours, and after washing stored in 70% alcohol. Owing to the large size of the cells, the massive chloroplast and thick cell walls, it was impossible to observe any cytological detail in intact material. The material was, therefore, embedded in paraffin and sectioned. The most satisfactory stain was found to be Heidenhain's iron alum haemotoxylin. The best results were obtained with a 2% mordant for 24 hours, staining for 24 hours in a 0.5% aqueous haemotoxylin solution, followed by destaining with a 4% iron alum solution for 2—4 minutes.

The arrangement of the chloroplasts, nuclei and pyrenoids (Figures 4 and 7) is identical with that given by CARTER (1919) for the genera *Cladophora*, *Chaetomorpha* and *Rhizoclonium*, and by MILLER (1928) for the genus *Arnoldiella*. It is of particular interest that in these genera, as in *Basycladia ramulosa*, the nuclei are situated in the meshes of the parietal cytoplasm, closely associated with the chloroplast. The nuclei are, however, more numerous and smaller than the pyrenoids. In all her illustrations CARTER shows the nuclei much larger than the pyrenoids.

No sporangia or zoospores have been seen.

#### BASICLADIA RAMULOSA SP.N.

Colore dense viride. Systemati prostrato composito e filamentis ramulosis, multicellularibus, altitudinis unius vel plurium cellularum, multinucleatarum, 15—30 $\mu$  diam., formantium stratum horizontale intra et supra substratum: ex quo strato horizontali surgunt filamenta erecta multicellularia, ad 10 cm. alta quorum pars proximalis est sine ramis sed partes distales copiose ramulosae sunt, et quorum cellula basalis habet digitulos rhizoidales et nonnunquam basaliter ramosa est, sed cellulae superiores solae e parte distali cellulae ramulos emittunt, qui vel primarii vel secundarii vel tertiarii sunt. Cellula basali maxima, 30—50 $\mu$  diam., usque ad 40 diam. longa (1000—2000 $\mu$ ). Cellulis proximalibus filamentum seriatim et continuatim brevioribus usque ad 100 $\mu$ , plerumque 4—5 diam. longis. Cellulis multinucleatis, chloroplasto reticulato, continentibus aliquot pyrenoidea.

Colour dark green. Prostrate system composed of branching, multicellular filaments, one or several cells deep (cells 15—30 $\mu$  in diameter, multinucleate), forming a horizontal layer in and on the substratum. From this horizontal layer arise upright multicellular filaments, up to 10 cm. in height, of which the proximal part is un-

branched and the distal parts are richly branched. Basal cell with rhizoidal processes and sometimes branching from its base, the upper cells branch from the distal part of the cell only. Primary, secondary and tertiary branching present. Basal cell very large  $30-50\mu$  in diameter, up to 40 diameters long ( $1000-2000\mu$ ). Proximal cells of the filament serially and progressively shorter down to  $100\mu$ , 4-5 diameters long. Cells multinucleate, chloroplast reticulate, with several pyrenoids. Habitat: On carapace of living *Chelodina longicollis* (SHAW).

Victoria, Stratford; S. C. DUCKER, 11th December, 1956.

(Holotype in National Herbarium of Victoria, Melbourne; Isotypes in Herbarium of Royal Botanic Gardens, Kew; Botany School, University of Melbourne.)

Queensland, Aspley, near Brisbane; J. E. COALDRAKE, April 1957.

## DISCUSSION

All Australian Chelonians, except the cosmopolitan marine forms, belong to a single family, the Chelydidae. This family occurs also in South America, and is one of the two remaining families constituting the sub-order Pleurodira, which formerly had a worldwide distribution, but is now restricted to the Southern Hemisphere. In the Pleurodira, as the name suggests, the head is retracted under the front edge of the carapace by the bending sideways of the neck. In the sub-order Cryptodira the head is retracted under the shell in a median vertical plane. Despite this and other anatomical differences which distinguish the Pleurodira from the Cryptodira, in both the sub-orders the shell is covered by horny shields, the origin and structure of which are essentially the same in the two groups. These horny shields, which overlie the Malpighian layer, are a modification of the *stratum corneum*. They are permanent in the Pleurodira, but some of the cryptodirous freshwater turtles shed part of their shields from time to time.

Thus, epizoic algae growing on the carapace of either Pleurodira or Cryptodira have essentially the same substratum. The Australian freshwater turtle *Chelodina longicollis* is a representative of the Pleurodira, but all previously described algal species of *Basicladia* and *Dermatophyton* have been recorded from cryptodirous freshwater turtles or, as they are called in the English literature, freshwater tortoises. Although all these algae are attached to horny shields on the carapace, the environmental conditions to which they are subjected would vary according to the habitats and habits of the turtles in Australia and in other countries. Freshwater turtles are truly amphibious and spend part of their adult life in the water and

part on land. They are equipped both anatomically and physiologically for such a mode of existence. During the warm months the Australian long-necked turtle, which is carnivorous, lives principally in slow-flowing or stagnant water. Occasionally it spends a few hours on land, usually basking in the sun near the water. With the advent of colder weather, it leaves the water and spends the whole of the winter on land. By turning round and round it scoops out a depression in the ground and buries itself; the front and sides of the animal are then covered by loose soil, but the apex and posterior parts of the carapace remain free from soil and exposed to the light.

The morphology of the thallus and the structure of the cells of the alga *B. ramulosa*, which is epizoid on *C. longicollis*, show clear adaptations to the habitat and mode of life of its host. As already stated, the nuchal and marginal plates of the carapace are either devoid of the alga or have only the prostrate system present, and the upright system finds its greatest development on the apex and posterior part of the carapace. This uneven distribution of the alga is obviously related to the burrowing habit of the turtle. I have kept turtles under daily observation for the greater part of a year. It appears that, on the part of the carapace which is covered during hibernation, the thallus usually perennates in the form of the prostrate system. On portions of the carapace which are exposed during hibernation, the upright filaments go on growing if conditions of temperature, moisture and light are favourable. MILLER (1928) discusses a similar condition for two epizoid algae which occur on freshwater molluscs in a Central Russian lake. During the summer months both the algae grow to a considerable length, *Cladophora glomerata* (L.) KÜTZING up to 60 cm. and *Chaetomorpha herbipolensis* LAGERHEIM up to 8 cm. On the shell surface a layer of soil accumulates „in welchem die mit Stärke gefüllten und in den Ruhezustand übergegangenen Basalzellen der Fäden von *Cladophora* und *Chaetomorpha* überwintern. Im nächsten Frühjahr spriessen aus diesen ruhenden Zellen wieder die langen frischen Fäden hervor". In contrast to these Russian epizoids, continuity of growth of the Australian alga on the exposed parts of the carapace is possible, due to the very mild winter.

HOFFMANN & TILDEN (1930) saw the main justification for the creation of the new genus *Basycladia* in the branched habit of the algae epizoid on freshwater turtles. In their original diagnosis of the genus *Basycladia*, the upright „fronds" are described as „somewhat rigid, sparingly branched" filaments, and from their description it appears that the branches were very rare in the material examined. They quote for *B. crassa* „upper coenocytes rarely giving off branches". Furthermore, HOFFMANN & TILDEN changed COLLINS'

*Chaetomorpha Chelonum* to *Basicladia chelonum* (COLLINS) HOFFMANN & TILDEN, because COLLINS (1907) notes the presence of „distinctly branching, pluricellular filaments, which unite to form a practically continuous layer on the substratum”. But no author mentions any branching of the upright filaments of *B. chelonum*.

KÜTZING, who originally established the genus *Chaetomorpha*, stated it was unbranched, so that HOFFMANN & TILDEN were justified in transferring the species epizoid on turtles to a new genus, *Basicladia*, expressing in the generic name that the lateral branches are confined to the vicinity of the holdfast. The discovery of the new species described above, in which branching is profuse, supports HOFFMANN & TILDEN's action in creating the new genus. With the rich branching in the upper parts of the filaments the new species extends the generic boundaries of *Basicladia*, as cited by them. However, there can be no doubt that the new species should be grouped with those already placed in the genus *Basicladia*. Quite apart from the habitat, the most pronounced characteristic is the very large basal cell of the upright filaments, which, in structure, completely agrees with that of the basal cells of both *B. chelonum* and *B. crassa*. The dimensions of the basal cells of *B. ramulosa* are intermediate between those of *B. crassa* and *B. chelonum*, but the overall length of the upright filaments of *B. ramulosa* is greater than that of the filaments of the two other species. In the new species, the succeeding cells of the upright filaments are gradually shorter and narrower; the cells are truly cylindrical and quite uniformly 4—5 times as long as broad. In the previously described species the upper coenocytes are short and wide and give an almost moniliform character to the filaments.

Except for the typical basal cell, the erect filaments resemble in many respects those of a *Cladophora*. Characters such as the cell structure (lamellate membrane, reticulate chloroplast with many pyrenoids, several nuclei per cell) and the origin of the branches beneath the upper septum of the parent cell show that the alga described above is a member of the Cladophorales.

However, it can be argued that some features of the general habit of this species contrast with those of other typical Cladophorales. In describing *Chaetomorpha Chelonum* (now *B. chelonum*), COLLINS stresses the strongly developed basal layer. „There are distinctly branching, pluricellular filaments, which unite to form a practically continuous layer on the substratum, the shell of the turtle. The basal developments of the individual plants are so closely united that the appearance is that of a continuous membrane.” HOFFMANN & TILDEN in no way stress or comment particularly on the extent of the horizontal layer of *B. crassa*, but mention only the „creeping rhizome-like



filaments which are fastened to the substratum by holdfasts having free or coalesced branches." The prostrate system of *B. ramulosa* is a disc of branching pluricellular filaments so distinct that, in conjunction with the upright system, it constitutes an ideal example of the heterotrichous habit, because both the upright and the horizontal systems are admirably suited to fulfil their relative functions. As the green algae were formerly classified largely on the basis of growth form, WILLE (1897) grouped the flat, plate-like, epiphytic and epizoic forms in the family Mycoideaceae. However, growth form is no longer recognised as the most important feature in algal classification. Although FRITSCH (1935) speaks of the heterotrichous habit as „the most highly evolved type of filamentous plant body, which is characteristic of the Chaetophorales among the Chlorophyceae," he does not place all the green algae showing this habit in this order.

*Arnoldiella* (MILLER, 1928), which has a Cladophora-like cell structure and reproduction, forms green crusts on the shells of fresh water molluscs in a lake in Central Russia. Because of the heterotrichous habit of *Arnoldiella*, FRITSCH established the family Arno-diellaceae within the order Cladophorales (1935). In discussing this family, he also mentioned briefly the genus *Basicladia*. But in 1944 FRITSCH described the aerial monotypic genus *Cladophorella* and regarded the formation of the horizontal creeping branches as a direct adaptation to growth on rock surfaces. In spite of this growth form, he placed *Cladophorella* into the Cladophoraceae because of its other characteristics.

In his final paper, based on half a century of algological research, FRITSCH (1953) developed still further this new concept of the flexibility of the heterotrichous state. He said that „the simplest expression of this state, the heterotrichous filament, is found in all classes of algae that have evolved beyond the unicellular stage. The relative development of the two parts of the plant — the prostrate and the erect systems — is subject to appreciable variation." According to FRITSCH, this condition can thus vary in the different species of the same genus, or within the same species according to environmental conditions. As we see, this is the case for the alga described in this paper.

The prostrate and the upright systems of *B. ramulosa* are equally well developed on the apex and posterior parts of the carapace of *C. longicollis*, and thus exhibit the most perfectly balanced heterotrichous thallus. Here the alga can grow all through the year, part of the time submerged in water and part of the time in air just above soil level. This is an example of perfect adaptation to the habitat, with the prostrate system deeply anchored into the horny shield, and the upright system having the basal cell protected against desiccation

by the thick, lamellated cell wall, and able to sprout new branches when conditions are suitable. But in the marginal areas of the carapace the upright system seems to be suppressed by the burrowing activity of the animal. Although the appearance of the thallus on the margins is very different from that of the thallus formed on the higher regions of the carapace, it is certain that only one species of alga is involved because all transitional stages occur.

The appearance of the marginal type of thallus of *B. ramulosa*, consisting of a multicellular, multinucleate, branching but flat incrustation on and between the horny cells of the carapace, shows a striking similarity with that described in all the published work on *Dermatophyton radians* PETER. *Dermatophyton* is generally described and illustrated as a flat incrustation, but POTTER (1888) says „if sections of the tortoise-shell and alga are allowed to remain in water for some few days, it is found that the alga continues to grow healthily. The layers in contact with the tortoise-shell, since the surrounding pressure is removed, tend to grow out into filaments. These filaments can be formed by any cells touching the tortoise-shell; they have a very irregular shape, and the chlorophyll is always situated at the growing end.” FELDMANN (1936), discussing *Dermatophyton*, makes the same observation. „Dans certain cas, l'immersion continue provoque d'intéressantes anomalies de structure. C'est ainsi que j'ai observé des disques dont les cellules marginales s'étaient considérablement allongées et s'étaient transformées en filaments libres à l'extérieur de l'écaille.” This shows that, given conditions optimal for development, *Dermatophyton* approaches *Basycladia* even more closely. But the most striking similarity between the two genera is found in the nuclear condition. FELDMANN's excellent drawings (1936) of the multinucleate cells with several large pyrenoids bear a striking resemblance to the cells of the prostrate system of *B. ramulosa*. Neither PETER (1886) nor POTTER (1888) mentions the nuclear arrangement of *Dermatophyton*, which was later, on the basis of its epizoid habit and also on its growth form, placed by WILLE (1897) in the Mycoideaceae; but members of this family have uninucleate cells. SCHMIDLE, discussing the Chaetophoraceae in 1901, says „*Ulvella* (*Dermatophyton*) gehört wegen ihrer Vielkernigkeit nicht dazu, wie ich früher gezeigt habe. Sie ist vielmehr eine Cladophoracee.” But WILLE (1911) in the Nachträge to ENGLER und PRANTL's Natürlichen Pflanzenfamilien, and PRINTZ (1927) in the second edition of the same, retain *Dermatophyton* still as *Ulvella* in the Chaetophoraceae.

CIFERRI (1934), in changing the name *Dermatophyton radians* PETER to *Rhizoclonium radicans* CIFFERI, suggests the affinity of this alga with the Cladophorales. He did not examine any specimens of

the alga, and says that *Dermatophyton radians* PETER could be regarded as a „nomen nudum”, if it were not for the coloured plate and descriptions of POTTER (1888) and DE TONI (1889). However, the clear description given later by FELDMANN (1936) indicates the true character of *Dermatophyton radians*. FELDMANN takes great pains to show that *Dermatophyton* should be placed among the Chaetophoraceae because of its growth habit and chloroplast structure, but admits that it is the only genus in the Chaetophoraceae which is multinucleate. I believe that, for purposes of classification, the multinucleate cell is a more important criterion than the relative heterotrichy, subject, as this is, to adaptation to environmental conditions.

Although I agree with CIFERRI that *Dermatophyton* should be transferred to the order Cladophorales, FELDMANN's new description of the alga precludes the incorporation of *Dermatophyton* in the genus *Rhizoclonium*. According to the original diagnosis of KÜTZING (1843), erect branches are an essential feature of *Rhizoclonium*, whereas these are unknown on *Dermatophyton*. Even if it is argued that the upright parts of *Dermatophyton* are lost by the occasional moulting of the horny plates and the „shaving” action resulting from the burrowing habits of European turtles, there are no records of traces of basal cells or initials of upright filaments, which would be expected if *Dermatophyton* were a prostrate form of *Rhizoclonium*. For the same reason, the genera *Dermatophyton* and *Basicladia* should not be merged. Although I have seen all stages between *Dermatophyton*-like and *Basicladia*-like thalli on the carapace of *Chelodina longicollis*, initials of upright filaments or rudimentary basal cells can nearly always be found in the thalli which otherwise resemble *Dermatophyton*.

The typical method of ejection of the branches in *Basicladia ramulosa* excludes any relationship with the genus *Rhizoclonium* (HEERING, 1921). If, then, one regards the three species, *B. chelonum* → *B. crassa* → *B. ramulosa*, as a series in which increasing complexity in branching occurs in the upright filaments, one can see that the three species fit into the boundaries of the genus *Basicladia* as laid down by HOFFMANN & TILDEN.

*B. ramulosa* is so highly specialised and adapted to the life of its host that the relationship of the two is interesting. The observations made by GADOW (1923) on the effect of *Dermatophyton* on *Clemmys leprosa* have recently been confirmed by B. B. BOYCOTT, (University College, London, personal communication, 1957), who says that the infections „get in between the plates and eat away the bone, often so extensively that bleeding ensues and eventual death.” So far I have observed no ill effects other than the disorganisation of the cells of horny plates of the carapace, through the attack of *B. ramulosa* on the

Australian long-necked turtle. I am not in a position to judge whether these growths should be regarded as parasitic on the turtle, or as „symbionti indifferenti” (CIFERRI, 1934), in which the turtle acts only as a support to which the alga is particularly adapted.

Although the main object of this paper is to describe a new species of *Basicladia*, I have used this opportunity to compare the genera *Basicladia* and *Dermatophyton*, and to suggest that they are closely related and should both, with all their species and subspecies, be placed in the family Arnoldiellaceae of the order Cladophorales.

## SUMMARY

1. A new species of the genus *Basicladia* is described. It occurs on the Australian freshwater turtle, *Chelodina longicollis* (SHAW).

2. This species differs from those hitherto described, because it has profusely branched upright filaments, hence the choice of the name *Basicladia ramulosa*.

3. The classification and affinities of the genera *Basicladia* and *Dermatophyton* are discussed. Both genera are placed in the family Arnoldiellaceae, order Cladophorales.

## ZUSAMMENFASSUNG

1. Eine neue Art der Gattung *Basicladia* wird beschrieben; sie wächst auf der australischen Süßwasserschildkröte *Chelodina longicollis* (SHAW).

2. Diese Art unterscheidet sich von den bisher beschriebenen Arten durch die stark verästelten aufrechten Zweige, darum wird der Name *Basicladia ramulosa* gewählt.

3. Die Einordnung und die Verwandtschaft der beiden Gattungen *Basicladia* und *Dermatophyton* wird besprochen. Sie werden beide in die Familie Arnoldiellaceae, Ordnung Cladophorales, eingeordnet.

## ACKNOWLEDGMENTS

My sincere thanks are due to Dr. E. I. McLENNAN for guidance and encouragement given now, as well as for many years past. I am indebted to Mr. J. E. COALDRAKE of the Plant and Soils Division, C.S.I.R.O., Brisbane for supplying the Queensland turtle, to Mr. C. W. BRAZENOR of the National Museum of Victoria for help in the determination of the Chelonians, and to Professor H. A. K. HUNT Melbourne University, for the preparation of the Latin diagnosis.



## REFERENCES

- British Museum Catalogue of the Chelonians, Rhynchocephalians and Crocodiles. London, 1889.
- CARTER, N. - 1919 - The cytology of the Cladophoraceae; *Ann. Bot.* 33: 467—478.
- CIFERRI, R. - 1934 - Osservazioni sopra le Alghe epizoe delle Tartarughe; *Atti dell' Instituto Botanico dell Università di Pavia*, Serie IV, 5: 3—21.
- COLLINS, F. S. - 1907 - Some new green algae; *Rhodora* 9: 197—202.
- 1909 - The green Algae of North America; *Tufts College Studies. Scientific Series*, 2: 79—480.
- DE TONI, T. B. - Sylloge Algarum, Vol. I (Chlorophycearum). Patavii, 1889.
- DITMARS, R. L. - The Reptiles of North America. Doubleday, Doran & Company, New York. 1942.
- EVERMANN, B. W. & CLARK, H. W. - 1916 - The turtles and batrachians of the Lake Maxinkuckee region; *Proc. Ind. Acad. Sci.*, 1916: 477—493.
- FELDMANN, J. - 1936 - Observations sur une algue (*Dermatophyton radians* PETER) vivant dans la carapace des tortues d'eau douce; *Bull. Trav. Station d'Aquicult. et Pêche Castiglione*, 1936: 73—89.
- FRITSCH, F. E. - The structure and reproduction of the Algae, Vol. 1. Cambridge University Press, London. 1935.
- 1944 - *Cladophorella calcicola* n. gen. et sp.; *Ann. Bot. London. N.S.* 8: 157—171.
- 1953 - The heterotrichous state; *Proc. 7th Intern. Bot. Congr.*, 817—820. Stockholm.
- GADOW, H. - Amphibia and reptiles. MacMillan & Co., London. 1923.
- GARDNER, N. L. - 1937 - A new species of *Chaetomorpha* from China; *Madrono*, 4: 28—32. (Ref: SMITH, G. M., Freshwater Algae of the United States, 1950.)
- GURR, E. - Medical and biological staining techniques. Leonard Hill, London. 1953.
- HAMILTON, J. M. - 1948 - The sexual reproduction in the genus *Basicladia*; *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 67: 201—205.
- HEERING, W. - Chlorophyceae IV. In PASCHER, A. Die Süßw. Fl. Deutsch., Oesterr. und Schweiz., Heft VII, Jena. 1921.
- HOFFMANN, W. E. & TILDEN, J. E. - 1930 - *Basicladia*, a new genus of Cladophoraceae; *Bot. Gaz.*, 89: 374—384.
- KÜTZING, F. T. - Phycologia generalis, Leipzig. 1843.
- LEAKE, D. V. - 1946 - Studies of development and germination of aplanospores and zoospores of *Basicladia crassa* HOFFMANN & TILDEN; *Amer. J. Bot.* 33: 7a—8a.
- MILLER, V. - 1928 - *Arnoldiella*, eine neue Cladophoraceengattung; *Planta*, 6: 1—21.
- PETER, A. - 1886. Über eine auf Thieren schmarotzende Alge. 59. Versammlung deutscher Naturf. und Aerzte; (Ref. *Bot. Centralblatt*, 28: 125, 1886.)
- POTTER, M. C. - 1888 - Notes on an alga (*Dermatophyton radicans* PETER) growing on the European tortoise; *Jour. Linn. Soc. Bot. London*, 24: 251—254.
- PRESCOTT, G. W. - Algae of the Western Great Lakes area, Michigan. Cranbrook Institute of Science. 1951.
- PRINTZ, H. - Chlorophyceae in ENGLER und PRANTL. Pflanzenfamilien, Zweite Auflage, 3 Bd., Leipzig. 1927.

- SCHMIDLE, W. - 1899 - Algologische Notizen XIII; *Allg. Bot. Zeitschr.* V. Jahrg., 3—4, p. 39—41 and 37—58. (Ref. FELDMANN, J., 1936.)
- 1901 - Über drei Algengenera; *Ber. deutsch. Bot. Ges.* 19: 149—158.
- SMITH, G. M. - Freshwater Algae of the United States. McGraw Hill, New York. 1950.
- THOMSON, R. H. - 1938 - A preliminary survey of the freshwater algae of eastern Kansas; *Univ. Kansas Sci. Bull.* 25: 5—83.
- TIFFANY, L. H. - 1926 - The filamentous algae of northwestern Iowa with special reference to the Oedogoniaceae; *Trans. Amer. Micr. Soc.* 45: 78.
- WAITE, E. R. - The reptiles and amphibians of South Australia. Government Printer, Adelaide. 1929.
- WHITEHOUSE, E. & McALLISTER, F. - 1954 - The mosses of Texas; *The Bryologist* 57: 68.
- WILLE, N. - Chlorophyceae in ENGLER und PRANTL. Pflanzenfamilien, Leipzig. 1897.
- , Chlorophyceae in ENGLER und PRANTL. Pflanzenfamilien, Leipzig. Nachträge. 1911.

# Über die vertikale Tag- und Nachtverteilung des Planktons im Lohjanjärvi

von

H. JÄRNEFELT

Mit 16 Textfiguren

Über das im Titel genannte Thema ist schon viel geschrieben worden (s. hierüber CUSHING 1951 u.a.). Eine darauf bezügliche deskriptive Arbeit würde deshalb auch unnötig erscheinen. Aus unseren Breiten mit relativ geringen täglichen Schwankungen der Lichtstärke im Hochsommer liegen aber nun wenige Angaben vor. Darum wurden am 5—6.VIII.1950<sup>1)</sup> einige Probenserien zur Beleuchtung dieser Frage entnommen. Anfang August wurde gewählt, weil angenommen wurde, dass der Unterschied zwischen Tag und Nacht Mitte Juli noch zu gering ist, um scharf ausgeprägte l i c h t b e d i n g t e vertikale Wanderungen auszulösen. Es ist aber ein ernster Fehler, dass eine Paralleluntersuchung in der hellsten Zeit, d.h. Ende Juni, nicht ausgeführt wurde. Hätten Wanderungen auch unter solchen Lichtverhältnissen stattgefunden? Zu jener Zeit befand ich mich aber auf einer längeren Dienstreise, und auf die für die nächstfolgenden Jahre bereits geplante Untersuchung musste wegen Überbelastung des Limnologischen Instituts mit dazwischengekommenen anderen Aufgaben verzichtet werden.

Weil gewisse Beobachtungen (JÄRNEFELT 1932, S. 61, 62; THOMAS 1950, S. 10) zu zeigen schienen, dass auch unter den einer Eigenbewegung entbehrenden Planktern Unterschiede zwischen der Tag- und Nachtverteilung vorkommen können, wurden auch sie neben den beweglichen Formen berücksichtigt. Solche Wanderungen mögen prinzipiell nicht unwahrscheinlich sein. Sie könnten nämlich auf Variationen z.B. in der Grösse der Gasvakuolen, d.h. in der Entwicklung der Gase und in der Menge der Assimilate bzw. in der Zusammensetzung der Körpersäfte (GROSS & ZEUTHEN 1948, S. 135), beruhen, hervorgerufen durch Unterschiede in der Lichtstärke. Das

---

<sup>1)</sup> Zu dieser Zeit war das Epilimnion 5 m, das Met limnion 15 m dick.

Material bestand deshalb teils aus Netzproben (Vertikalzüge mit dem APSTEIN-Netz, SCHWEDER Nr. 164, Müllergaze 20), teils aus Schöpferproben (von 0 bis 5 m mit 1 m Intervallen)<sup>1)</sup>. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, waren die zeitlichen Schwankungen der Menge unter  $0.1 \text{ m}^2$  sogar beträchtlich. Wie sind sie zu deuten? Von den Faktoren, die die Zuverlässigkeit von Untersuchungen dieser Art beeinflussen, seien bezüglich der vorliegenden Arbeit nur folgende genannt: 1. Infolge der schaukelnden Bewegung des Bootes im Wellengang steigt erstens das Netz beim Aufholen bald schneller, bald langsamer (Einwirkung auf die Filtration sowie Stau- und Wirbelerscheinungen vor dem Netz), in extremen Fällen kann es vielleicht zu einer schnell übergehenden Stockung der Aufwärtsbewegung kommen (eventuelle teilweise Ausspülung des schon in das Netz gelangten Materials). Zweitens schliesst sich das Netz nicht immer auf gleicher Höhe (Lücken im Profil). 2. Schwärme. 3. Gelegentliches Treffen einer verunreinigsten Wasser führenden Strömung. 4. Auf internen Seiches beruhende Variationen in der vertikalen und horizontalen Verteilung.<sup>2)</sup> 5. Durch horizontale Strömungen verursachte ungleichmässige horizontale Verteilung.

Der im Punkt 1 erwähnte Fehler kann durch Übung, wenn nicht ganz, so doch bis so weit beseitigt werden, dass er keine grössere praktische Rolle spielt. Wenigstens hinsichtlich *Ceratium*, *Epistylis*, die Daphnien, vielleicht auch *Peridinium cinctum*, *Collotheca* und *Tintinnidium* gilt die Möglichkeit 2. Zu Punkt 3 sei bemerkt, dass erstens keine speziellen auf Verunreinigung deutenden Organismen beobachtet wurden, zweitens tangiert die Abwässer enthaltende Hauptströmung laut anderer im Lohjanjärvi ausgeführten Untersuchungen bei weitem nicht die Beobachtungsstelle. Die Möglichkeit 4 kann wenigstens der Hauptsache nach gleichfalls übergangen werden, denn hätten Seiches eine grössere Rolle gespielt, so müsste bei ähnlich vertikalverteilten Arten einmal die Gesamtmenge der Einheiten in der ganzen Wassersäule für sich und zweitens die Volksdichte innerhalb einer bestimmten Schicht für sich vertikal im gleichen Sinne schwanken, was aber nicht der Fall war. Bleibt noch Punkt 5. Dass solche Strömungen in dem See tatsächlich vorhanden sind, das zeigen sowohl das Treiben der Fischnetze als auch die Untersuchungen über die Sedimentation des Sestons (JÄRNEFELT 1955 S. 151, 155, dazu unveröffentlichte Ergebnisse). Die grossen Differenzen in der obengenannten Gesamtmenge zwischen den ver-

<sup>1)</sup> Diese Methodik ist weniger geeignet für Untersuchungen in Rede stehender Art, denn in einem Falle kann die Probe gerade aus einer Häufung, in einem anderen vielleicht aus einer schwach besiedelten Schicht stammen.

<sup>2)</sup> Während jeder Serie war das Boot verankert, die Lage der Entnahmepunkte variierte aber etwas, jedoch höchstens um 100 m.



TABELLE 1  
Die Menge der Plankter unter 0.1 m<sup>2</sup>.

	16h	18h	21h	1h	4h	9h
<i>Phaerium naegelianum</i>	2900	2250	2600	2050	4000	1850
<i>inella formosa</i> (Zellen)	90800	196900	231500	214500	167200	205400
<i>ria capucina</i> „	52700	105900	80300	67600	54800	96500
<i>crotonensis</i> „	1621700	1184300	1774800	1876700	2131600	2791800
<i>ra granulata</i>	27700	23500	22400	17800	15500	21200
„ var. <i>angustissima</i>	7300	6150	3750	2650	2650	3900
<i>ria fenestrata</i> (Zellen)	35700	59200	50200	47200	55100	55300
<i>flocculosa</i> „	5100	11800	6800	5800	3400	9500
<i>na elegans</i>	950	1160	2500	1340	1850	1730
<i>ryon divergens</i> (Zellen)	209000	142600	105800	41300	68700	135000
<i>sociale</i> „	96200	38700	25700	23600	76200	116600
<i>uvela</i>	940	230	85	70	800	310
<i>um hirundinella</i>	1620	2080	1820	990	7430	13890
<i>ium cinctum</i>	380	740	370	190	1250	1250
<i>ia limnetica</i>	300	820	390	260	360	420
<i>is</i> (Zellen)	1510	500	150	2880	4650	2330
<i>idum fluviatile</i>	180	150	20	65	3	0
<i>opsis lacustris</i>	570	460	610	200	480	360
<i>ella</i>	3270	3750	230	4510	2620	450
<i>chna herricki</i>	46	38	30	21	28	97
<i>priodonta</i>	33	35	38	36	72	49
<i>eca mutabilis</i>	19	27	31	16	210	47
<i>ilus unicornis</i> (Einzeltiere)	70	700	130	320	640	160
<i>ottia longispina</i>	1630	2290	1910	1230	2640	2230
<i>lla stipitata</i>	440	510	380	210	390	270
<i>thra maior</i>	1120	2190	1570	980	2620	2390
<i>na coregoni</i>	275	705	885	450	460	750
<i>ia cristata</i>	1010	3080	4840	2350	5810	2090
<i>cucullata</i>	70	150	230	640	1330	410
<i>longispina</i>	115	405	110	610	300	150
<i>nosoma brachyurum</i>	85	30	28	0	138	68
<i>lora kindti</i>	150	35	210	170	135	28
<i>s dybowski</i>	44	250	210	16	1290	520
<i>leuckarti</i>	190	220	230	180	430	260
<i>oithonoides</i>	2290	2260	1550	1430	2320	1120
<i>juv.</i>	3890	6180	5070	6510	6400	4210
<i>Nauplius</i>	1600	1300	2200	1060	1760	970
<i>mus gracilis</i>	465	1120	880	1150	2210	1850
„ <i>juv.</i>	770	640	310	670	880	930
<i>Nauplius</i>	5770	5290	7270	7710	7560	5430
<i>mora lacustris</i>	490	250	310	640	240	180
<i>cope appendiculata</i>	25	140	140	65	95	70
<i>calanus grimaldi</i>	445	370	530	450	285	280

schiedenen Serien sind auch vorwiegend hierdurch erklärbar.

Die Diagramme sprechen für sich selbst. Darum nur einige kurze Bemerkungen. Da die Erscheinung, dass die eigentliche Bevölkerungsschicht von *Coelosphaerium naegelianum* nachts eine grössere Tiefenausdehnung hatte, und dass tags die Konzentration zum obersten 1 m sogar recht scharf sein kann, mit den Befunden aus dem Viinijärvi vom 27.VII.1930 (JÄRNEFELT 1936, S. 62) übereinstimmt, scheint die Art wirkliche Wanderungen auszuführen. Ferner scheint es, wie wenn diese Wanderung vier Phasen hätte: Aufwärtsbewegung in den Dämmerstunden,<sup>1)</sup>  $\pm$  gleichmässige Verteilung nachts<sup>2)</sup> und tags. Ein im grossen ganzen ähnliches Verhalten zeigten *Asterionella formosa* und *Tabellaria fenestrata*, jedoch mit dem Unterschied, dass die Wanderung weniger deutlich, bei *Asterionella* sogar fast gar nicht die 5—10 m Schicht betraf. Vorausgesetzt, dass sie lichtbedingt war, könnte der Zickzackverlauf des mittleren Teils der Kurve nicht nur durch verschiedenerlei bedingte ungleichmässige horizontale Verteilung erklärt werden, sondern auch dadurch, dass das Verhältnis zwischen den ihrer Zellenzahl nach verschieden grossen Zellverbänden<sup>3)</sup> von Schicht zu Schicht variierte.

In noch höherem Grade gilt letzteres *Fragilaria capucina*, schwankt doch die Länge ihrer Fäden überaus stark. Die Unzuverlässigkeit des diese Art betreffenden Materials geht auch aus den grossen Unregelmässigkeiten in der Schichtung im ganzen hervor. Immerhin muss zugegeben werden, dass der allgemeine Verlauf der Oberflächenkurven in groben Zügen an den der obenerwähnten Arten erinnert. *Tabellaria flocculosa* können wir ganz übergehen, denn die starke Schwankung der Zellenzahl der Bände muss einen erheblichen Einfluss auf das Verteilungsbild ausgeübt haben. *Fragilaria crotonensis* begann die „Wanderung“ abwärts relativ früh. Diese verwandelte sich aber bald zuerst in einen Ausgleich innerhalb der obersten 5 m und dann in eine Konzentration nach oben. Etwa ähnlich verhielten sich *Melosira granulata* und ihre Varietät *angustissima*, doch dauerte die „Oberflächenflucht“ länger.

Laut den Schöpferproben schienen *Pediastrum tetras* und *Trichocerca rousseleti* nachts eine etwas tiefere Lage einzunehmen als abends und morgens, während *Cyclotella meneghiniana* jedesmal relativ gleichmässig die ganze 0—5 m Schicht bevölkerte. Unter den beweglichen Phytoplanktern zeigten die beiden *Dinobryon*-Arten, *Synura uvella*, *Peridinium cinctum* und laut den Schöpferproben

<sup>1)</sup> Sonnenuntergang 20h40', Aufgang 4h10'.

<sup>2)</sup> Da die Windstärke nachts um etwa 1—2 Beauf. grösser war, könnte bezüglich der „unbeweglichen“ Arten zum nächtlichen Ausgleich eventuell eine Zunahme der Turbulenz beigetragen haben.

<sup>3)</sup> Es wurden die Zellen, nicht die Zellverbände gezählt.

auch *Bicoeca multiannulata* eine deutliche nächtliche Abwärtsbewegung. Sie äusserte sich in erster Linie in einer Entvölkerung der 0—1 m Schicht. Ferner schien die Wanderungsamplitude bei *Dinobryon sociale* und besonders bei *Synura* und *Peridinium* eine grössere als bei *Dinobryon divergens* zu sein. Ob diese Unterschiede arteigen waren oder es sich nur um Zufall handelte, oder ob eventuell auch die Seiches mitgespielt hatten, bleibt offen. Ähnlich war das Verhalten von *Ceratum hirundinella*, nur fand die Migration, die auch sogar unter 10 m liegende Schichten einzubegreifen schien, aus der obersten Schicht schon in der Abenddämmerung und nicht in der Nacht statt. Für alle genannten beweglichen Arten ausser *Dinobryon divergens* schien eine grössere Lichtstärke nachteilig zu sein, denn das Oberflächenmaximum wurde schon bei Sonnenaufgang, d.h. um etwa 4 Uhr notiert (vgl. hierzu auch JÄRNEFELT 1936, S. 70). Was schliesslich *Eudorina elegans* betrifft, so erhält man bei Berücksichtigung lediglich der Netzproben den Eindruck, dass sie keinen oder nur einen schwachen Tag- und Nachtrhythmus hat. Die Schöpferproben zeigen aber, dass ein ausgesprochenes Absinken nachts in den obersten 5 m stattfindet. Ist dies vielleicht so zu verstehen, dass die jungen Kolonien stärker lichtempfindlich sind (Verlangsamung der Bewegungen nach Unterschreiten des Optimums und deshalb grössere Sinkgeschwindigkeit, bzw. grössere Empfindlichkeit gegen die stärker gewordenen Turbulenzströmungen)?

*Epistylis* schien nachmittags zu steigen, sank dann und erreichte in der Abenddämmerung ihre tiefste Lage (Maximum in 10—15 m). Bald begann aber die Art sich wieder nach oben zu sammeln, denn schon um 1 Uhr war die 0—1 m Schicht am dichtesten besiedelt. Die Konzentration zur Oberflächennähe dauerte noch wenigstens bis zur Morgendämmerung fort. Ob auch bei *Epistylis* eine Abwärtswanderung nach Sonnenaufgang stattfand, ist nicht sicher. Die variierende Individuenzahl der Kolonien kann das Verteilungsbild beeinflusst haben. Der Fall *Vorticella* ist noch unsicherer (verschieden grosse Kolonien, teils frei, teils auf *Anabaena*). Höchstens könnte gesagt werden, dass sie nachts die Oberflächennähe bevorzugt. Bei *Diffugia limnetica* schien nachts ein mehr oder weniger deutlicher, schon vor der Abenddämmerung beginnender, die obersten 5 m betreffender und tags noch tiefer greifender Ausgleich stattzufinden. Falls die relativ gleichmässige Verteilung im Epilimnion um 16 Uhr kein Zufall war, sondern für die hellere Zeit charakteristisch ist, könnte das Oberflächenmaximum um 9 Uhr, wie auch in betreff anderer diese Erscheinung zeigender Arten, vielleicht dadurch erklärt werden, dass die Reaktion gegen den Lichtreiz träge ist. Ob bei der sich sonst gleich verhaltenden *Kellicottia longispina* der Ausgleich innerhalb der 0—10 m Schicht wirklich nachts grösser als tags war, geht nicht deutlich

hervor. Den vorigen sehr ähnlich war das Migrationsbild von *Keratella stipitata* (sensu CARLIN), nur schien die Tagwanderung eine grössere Amplitude zu haben. Von demselben allgemeinen Typus waren auch die Wanderungen von *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra maior*, *Cyclops dybowski* und den *Cyclops*-Nauplien. Abgesehen von einer Verspätung des abendlichen Sinkens und morgendlichen Steigens gehörten zum diesem Typus auch *Asplanchna herricki* und *Cyclops* juv.. *Daphnia cristata*, *D. cucullata*, *Bosmina coregoni* und *Conochilus unicornis* (hinsichtlich der letzteren Art ist jedoch auf die mögliche Einwirkung der wechselnden Koloniengrösse — es kamen z.T. auch solitäre Individuen vor — hinzuweisen), bewegten sich ebenfalls nachmittags nach oben, fingen aber bald an, die Oberflächennähe zu räumen und bevölkerten zur Zeit der Abenddämmerung vorwiegend die 1—5 m Schicht. Nach einem nächtlichen Besuch nach oben, wanderten sie in der Morgendämmerung nochmals abwärts. Auch diese Arten zeigten eine deutliche Konzentration zur 0—1 m Schicht nach Sonnenaufgang. Ob bezüglich der sehr variierenden und z.T. überaus geringen Gesamtmenge der verschiedenen Serien (z.B. um 16 und 18 Uhr relativ viel, um 4 Uhr nur spärlich in der Tiefe, um 9 Uhr gar keine) überhaupt etwas vermutet werden kann, so würde es sein, dass *Tintinnidium fluviatile* ein ähnlicher Dämmerungsflüchtling wie die vorigen Arten ist. Wie kommt es aber, dass die eben genannten Arten nachmittags und nachts die obersten Schichten bevorzugen? Ist es vielleicht so zu verstehen, dass 1. das Lichtoptimum nachmittags in Oberflächennähe lag, 2. wenn dieses unterschritten wurde, die Schwimmbewegungen sich verlangsamten, 3. wenn die Lichtstärke noch abnahm, ein Bestreben zur Erreichung eines besseren Lichtmilieus ausgelöst wird? Für *Collotheca mutabilis* und *Tintinnopsis lacustris* schien wieder das Umgekehrte der Fall zu sein. Bei allen betrafen die Wanderungen die ganze 0—10 m Schicht. Die Bevölkerungsschicht von *Leptodora kindti* schien tags die 0—10 m Schicht (Maximum jedoch in 0—1 m) zu sein. In der Abenddämmerung hatte sie sich aber in Oberflächennähe angesammelt, wanderte dann abwärts und war um 9 Uhr wieder zu 0—1 m konzentriert. Die ausgewachsenen *Diaptomus gracilis* stiegen von früh nachmittags bis etwa Mitternacht zum obersten Meter, sanken gegen Morgendämmerung z.T. bis 1—5 m hinab, bevölkerten aber 5 Stunden später wieder vorwiegend die Oberflächennähe. Die Jungen zeigten dagegen eine Nachtwanderung abwärts und eine Morgenwanderung aufwärts. Dies gilt auch für *Diaphanosoma brachyurum*. Betreffend *Cyclops leuckarti* sei nur erwähnt, dass das Maximum tags tiefer als nachts lag. *Cyclops oithonoides* scheint etwa vor der Abenddämmerung an bis zum Morgen zum obersten Meter zu migrieren. Der Ablauf des Ereignisses unterscheidet sich von dem von RUTTNER



aus den Gr. Plönersee beschriebenen (CUSHING l.c., S. 169) nur dadurch, dass der Anstieg noch nach dem Sonnenaufgang fort dauert. *Limnocalanus macrurus* wies eine sehr weite Wanderungsamplitude auf: tags vorwiegend unterhalb 15 m, nachmittags in allen Schichten mit Maximum an der Oberfläche, dann ein allmähliches Sinken. Die Amplitude bei *Daphnia longispina* war ebenfalls gross. Sie kam tags und nachmittags vorwiegend im Hypolimnion vor, wanderte in der Dämmerung aufwärts bis zur Oberfläche, von wo sie bei beginnender Morgendämmerung wieder flüchtete. Auch die Wanderungen von *Eurytemora* und *Heterocope* schienen relativ beträchtlich zu sein. Jene schien sich in der Dämmerung zur 1—10 m Schicht zu konzentrieren, nachts und tags war sie mehr gleichmässig verteilt, jedoch mit Maximum in Oberflächennähe, diese wurde nachmittags nur aus 10—15 m erbeutet. Wegen des geringen Materials sind jedoch Schlüsse nicht möglich. Die Nauplien von *Diaptomus* waren ziemlich unempfindlich.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

1. Auch die „unbeweglichen“ Phytoplankter scheinen diurne vertikale Wanderungen auszuführen.

2. Die Wanderungen der „unbeweglichen“ Phytoplankter erstreckten sich von der Oberfläche bis hinab ins oberste Metalimnion, die der beweglichen meistens tiefer, sogar bis zur unteren Grenze des Metalimnions.

3. Die Wanderstypen der Zooplankter stimmen im grossen und ganzen mit früheren Befunden überein.

4. Etwa die Hälfte der Zooplankter wanderte bis zum oberen Metalimnion, ein Viertel bis zu dessen untere Grenze hinab. Nur *Limnocalanus* hatte eine Amplitude von der Oberfläche bis zur Tiefe.

## LITERATUR

- CUSHING, D. H. - 1951 - The vertical migration of planctonic crustacea. — *Biol. Rev. Cambr. Phil. Soc.* 26.
- JÄRNEFELT, H. - 1936 - Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. XII. — *Ann. Zool. Soc. Vanamo* 3.
- 1955 - Über die Sedimentation des Sestons. — *Verh. Int. Ver. Limnol.* 22.
- GROSS, F. & ZEUTHEN, E. - 1948 - The buoyancy of plankton diatoms: a problem of cell physiology. — *Proc. Roy. Soc. B* 135.
- RUTTNER, F. - 1929 - Das Plankton des Lunzer Untersees. — *Intern. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr.* 23.
- 1943 - Beobachtungen über die tägliche Vertikalwanderung des Planktons in tropischen Seen. — *Ebenda* 40.
- THOMAS, E. - 1950 - Auffällige biologische Folgen von Sprungschichtneigungen im Zürichsee. — *Schweiz. Zschr. Hydrol.* 12.
- UTERMÖHL, H. - 1924 - Tiefenwanderungen bei Volvox. — *Schr. Süßwasser u. Meereskunde* 9.

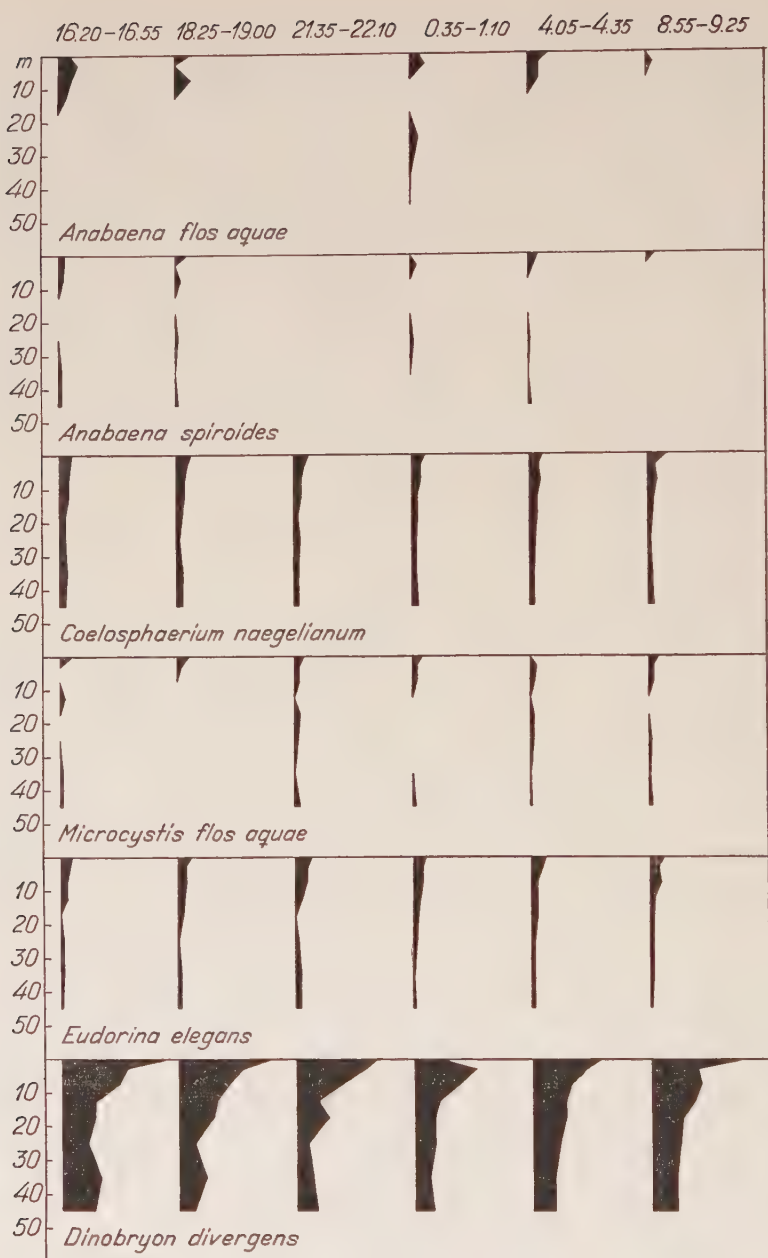


Abb. 1

Abb. 1—8.  
Die vertikale Verteilung einiger Plankter im Lohjanjärvi.



Abb. 2

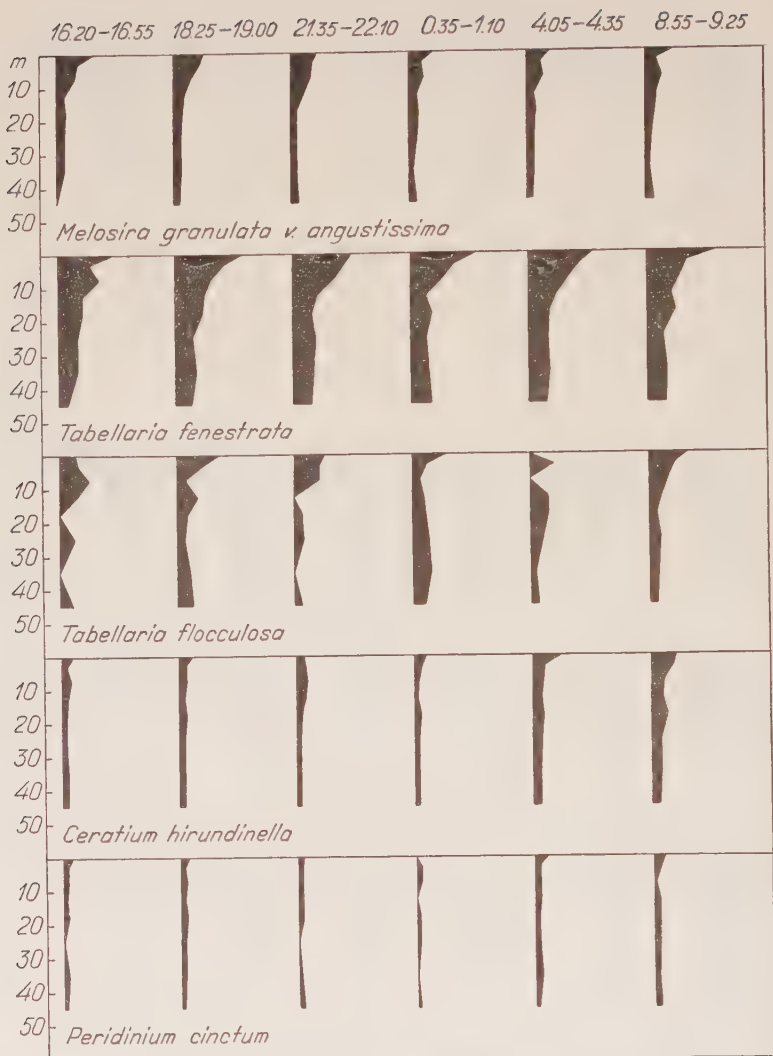


Abb. 3



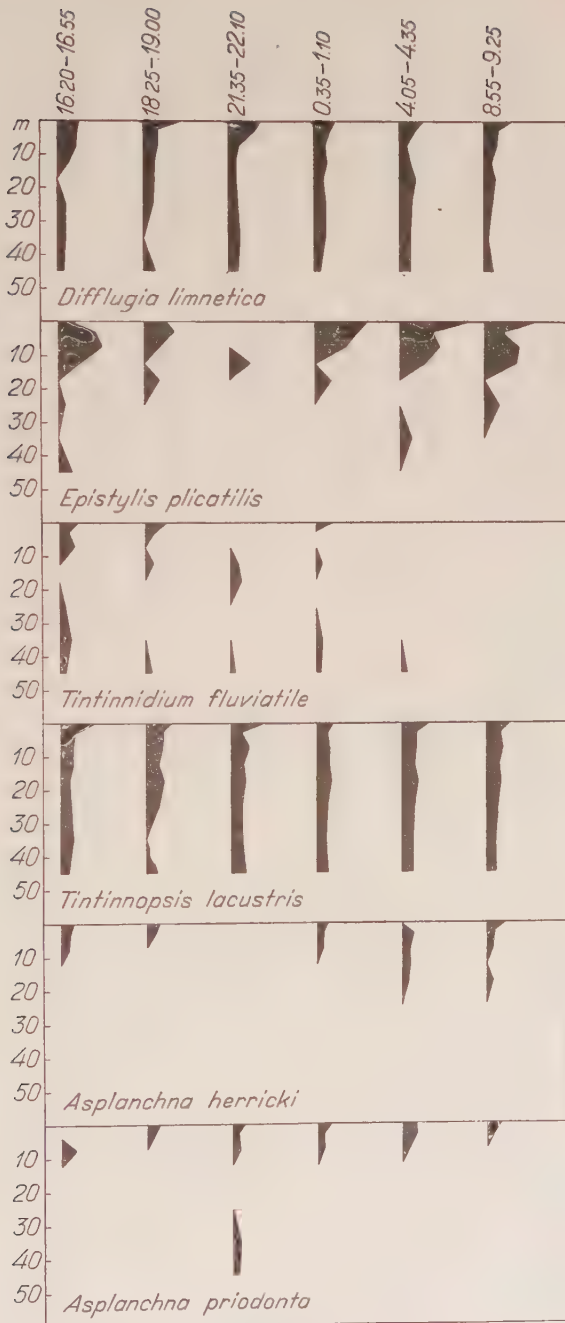


Abb. 4



Abb. 5

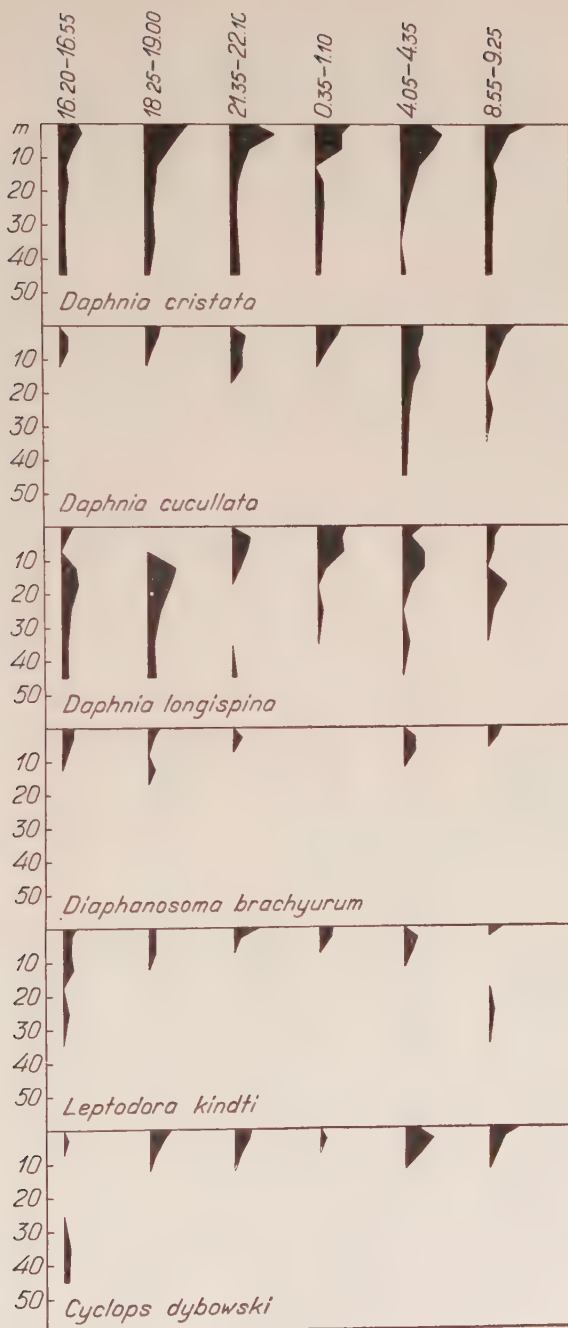


Abb. 6

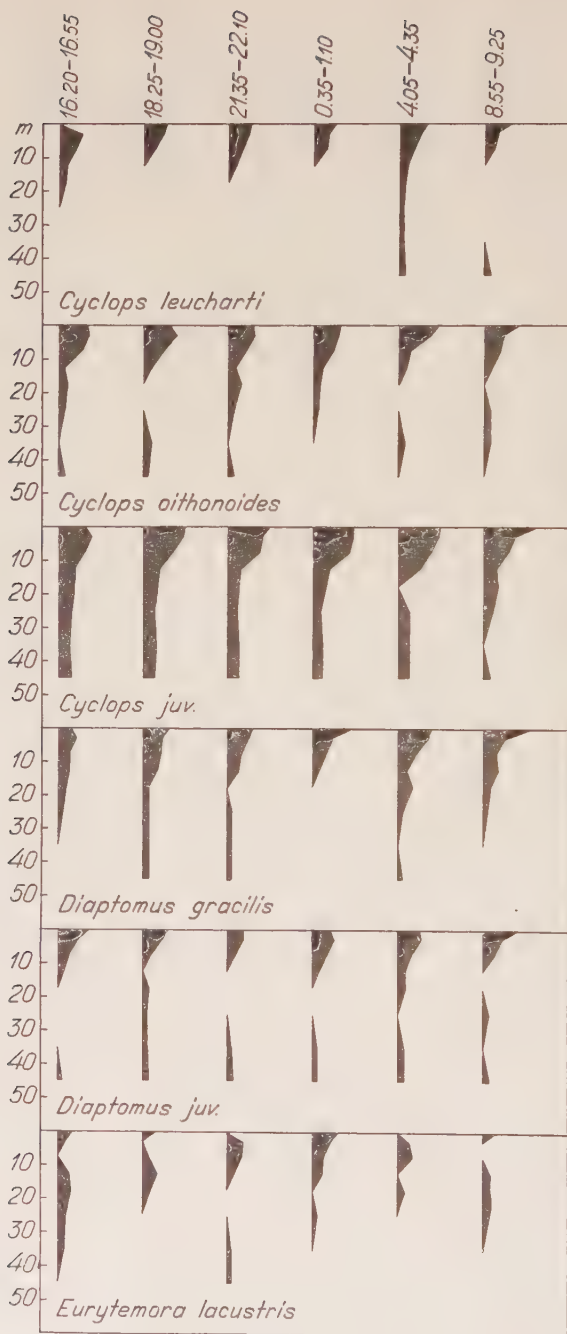


Abb. 7





Abb. 8

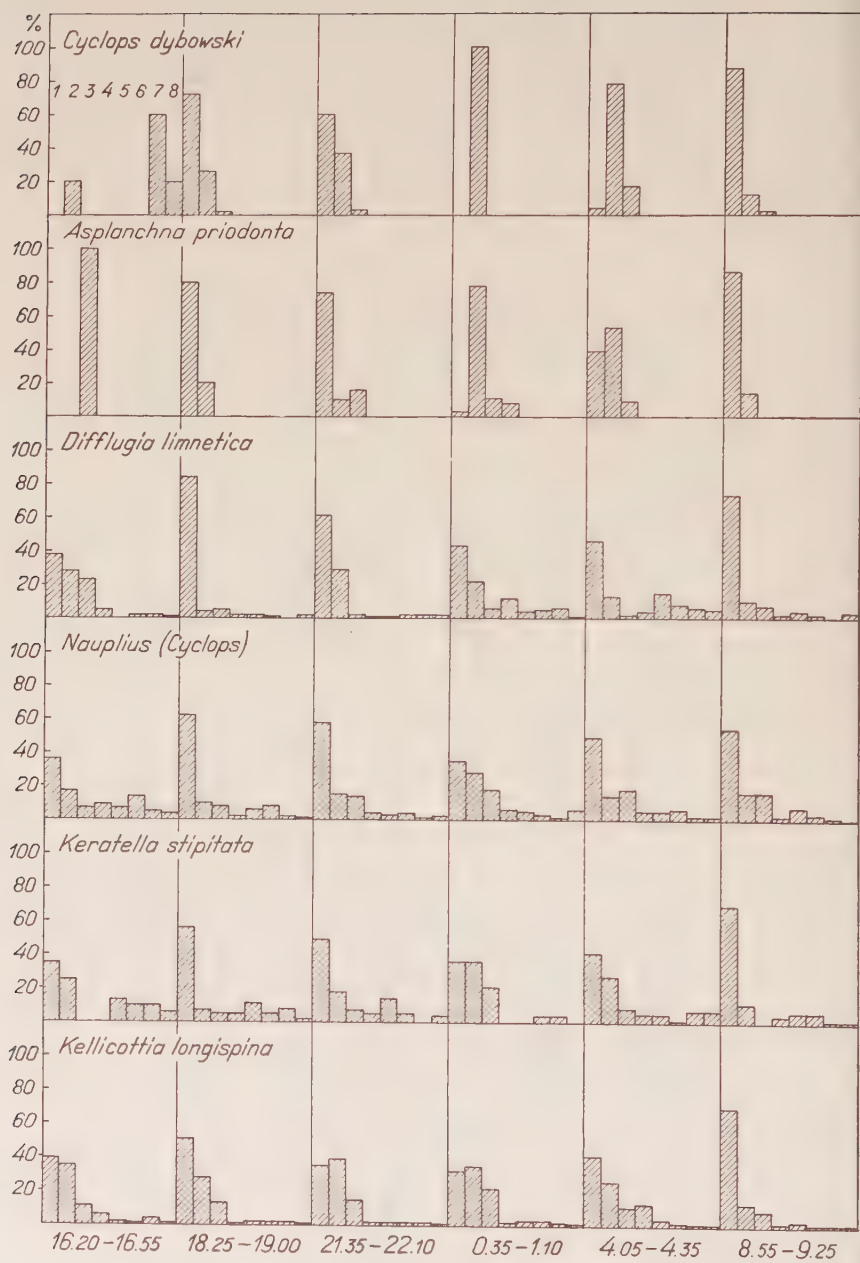


Abb. 9

Abb. 9—15.

Die Verteilung in % der Volksdichtensumme der verschiedenen Schichten.  
 1 = 0—1 m, 2 = 1—5 m, 3 = 5—10 m, 4 = 10—15 m, 5 = 15—20 m,  
 6 = 20—30 m, 7 = 30—40 m, 8 = 40—50 m.

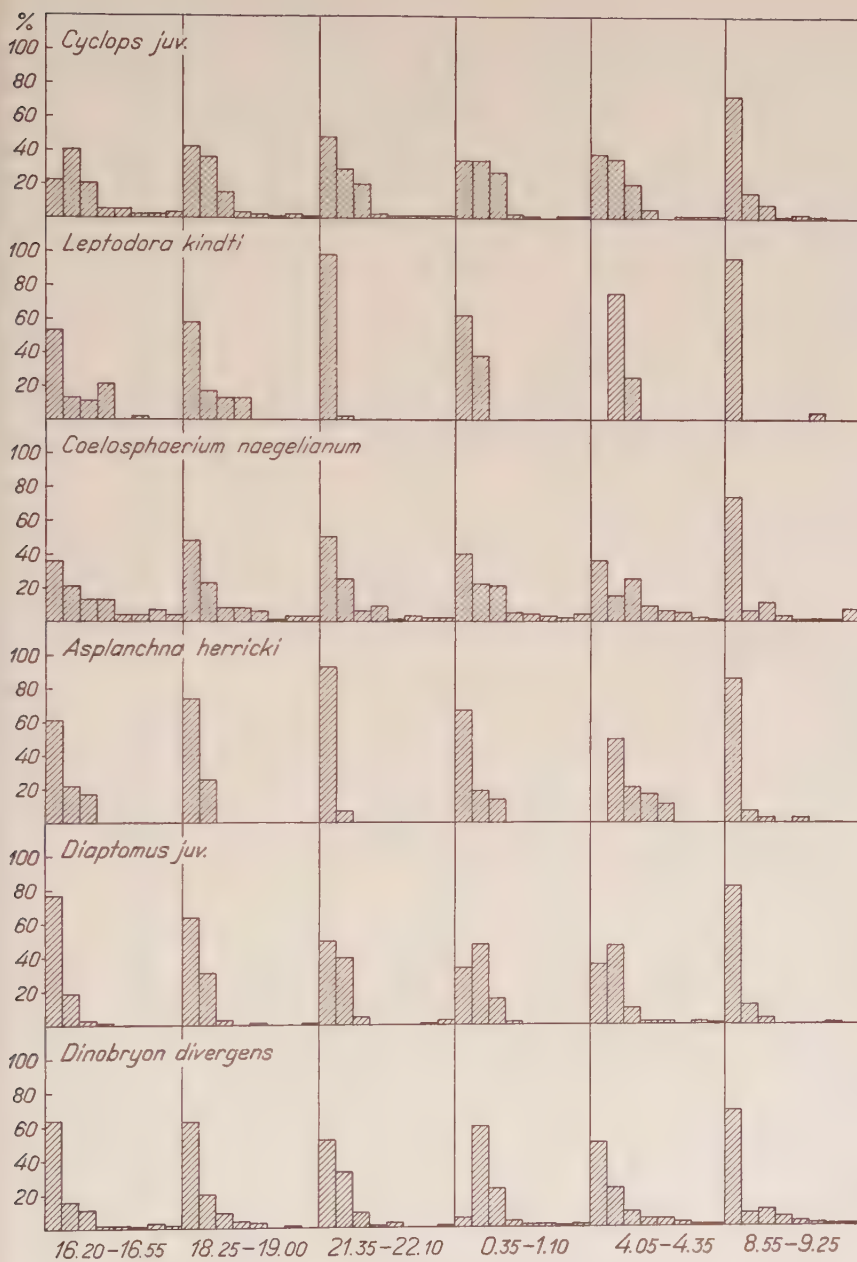


Abb. 10

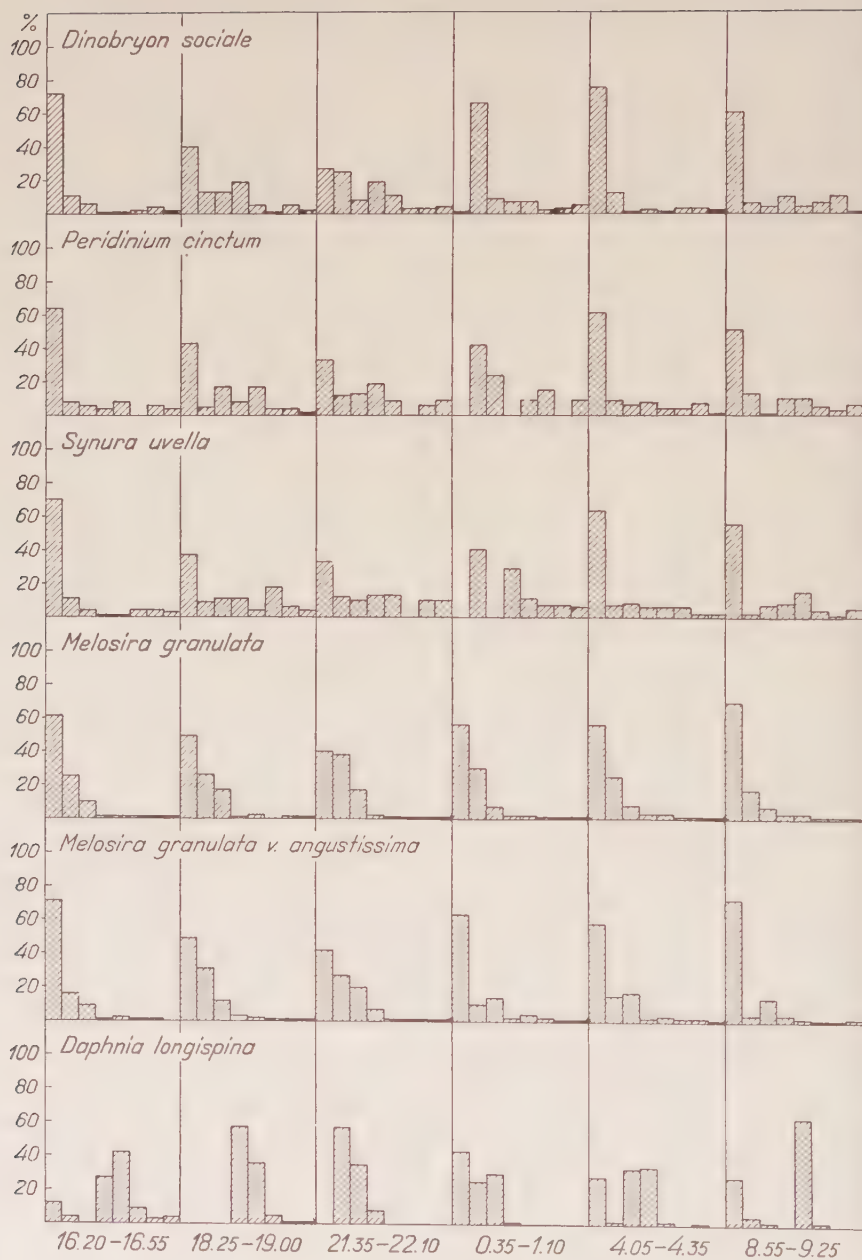


Abb. 11



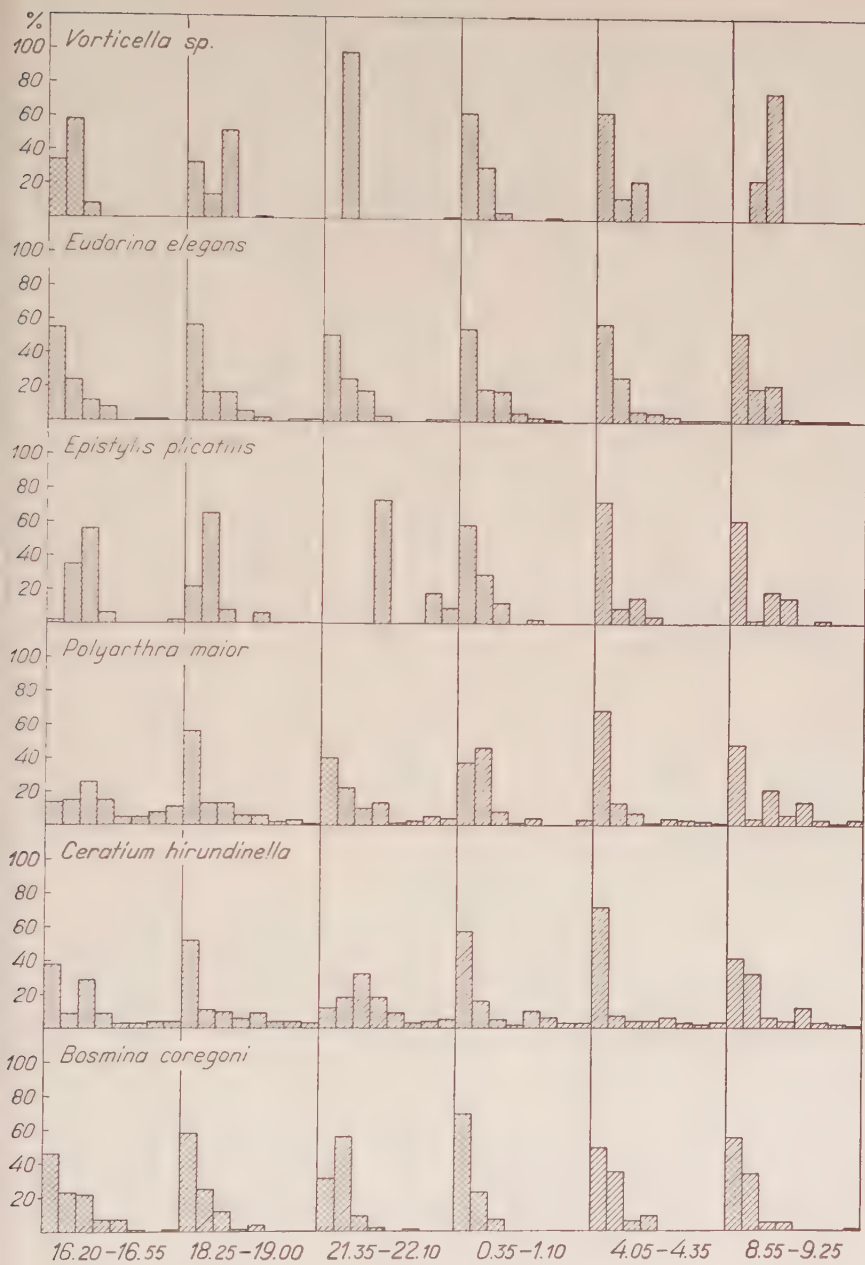


Abb. 12

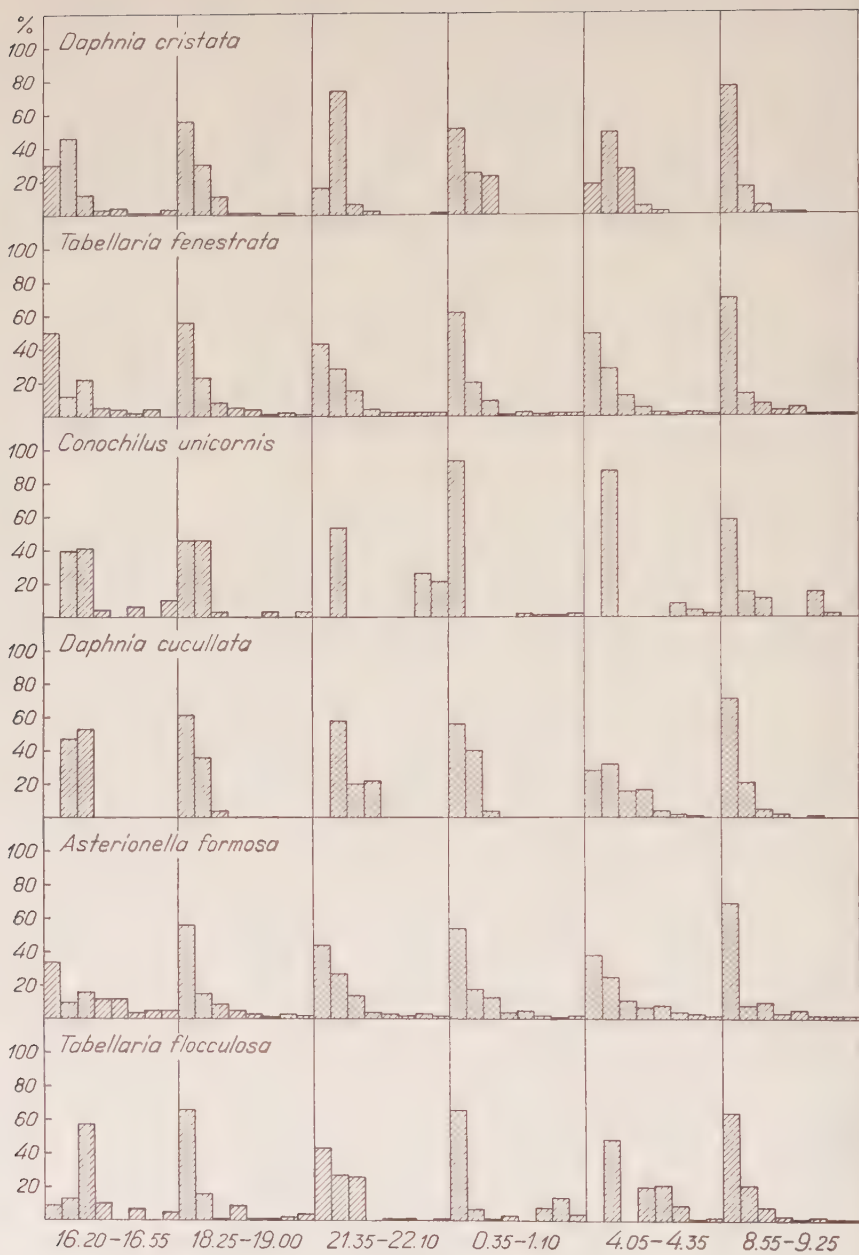


Abb. 13

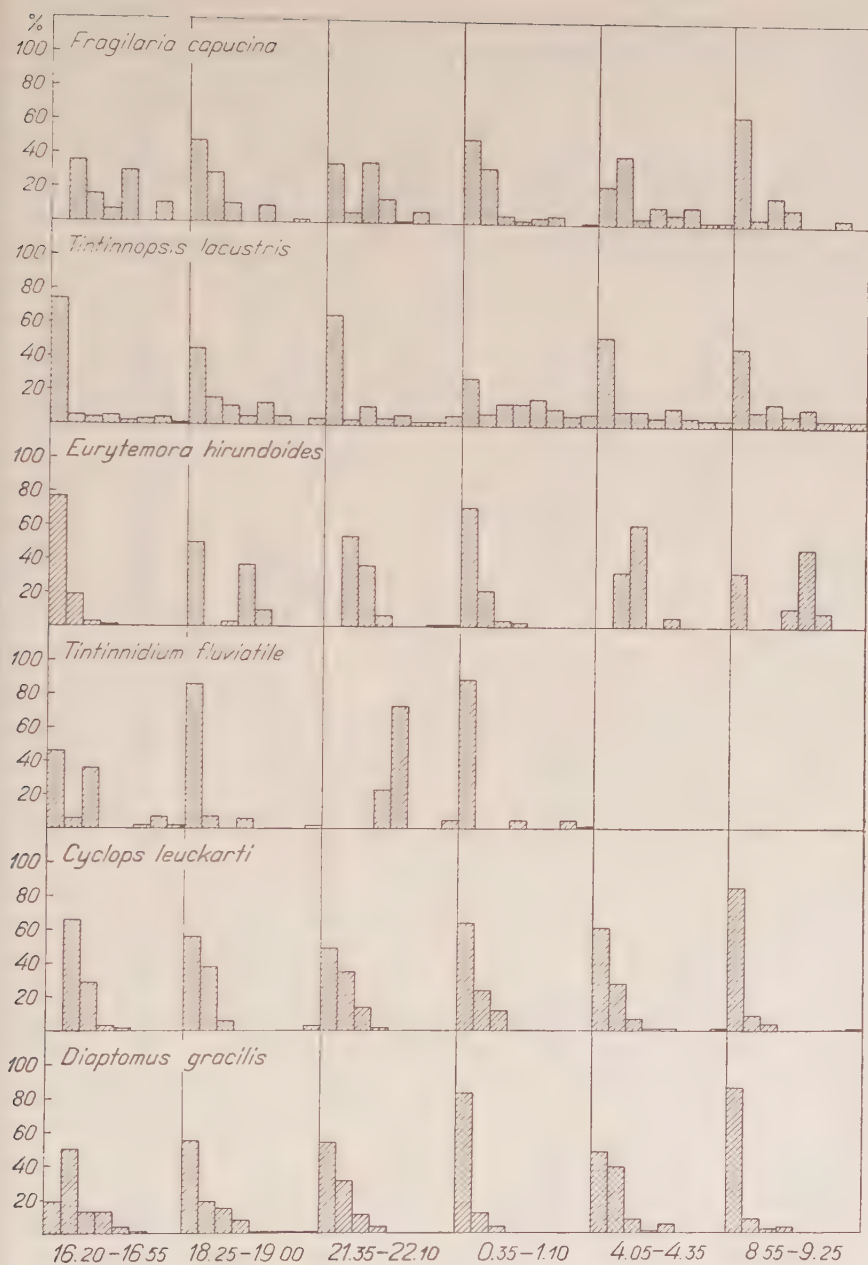


Abb. 14

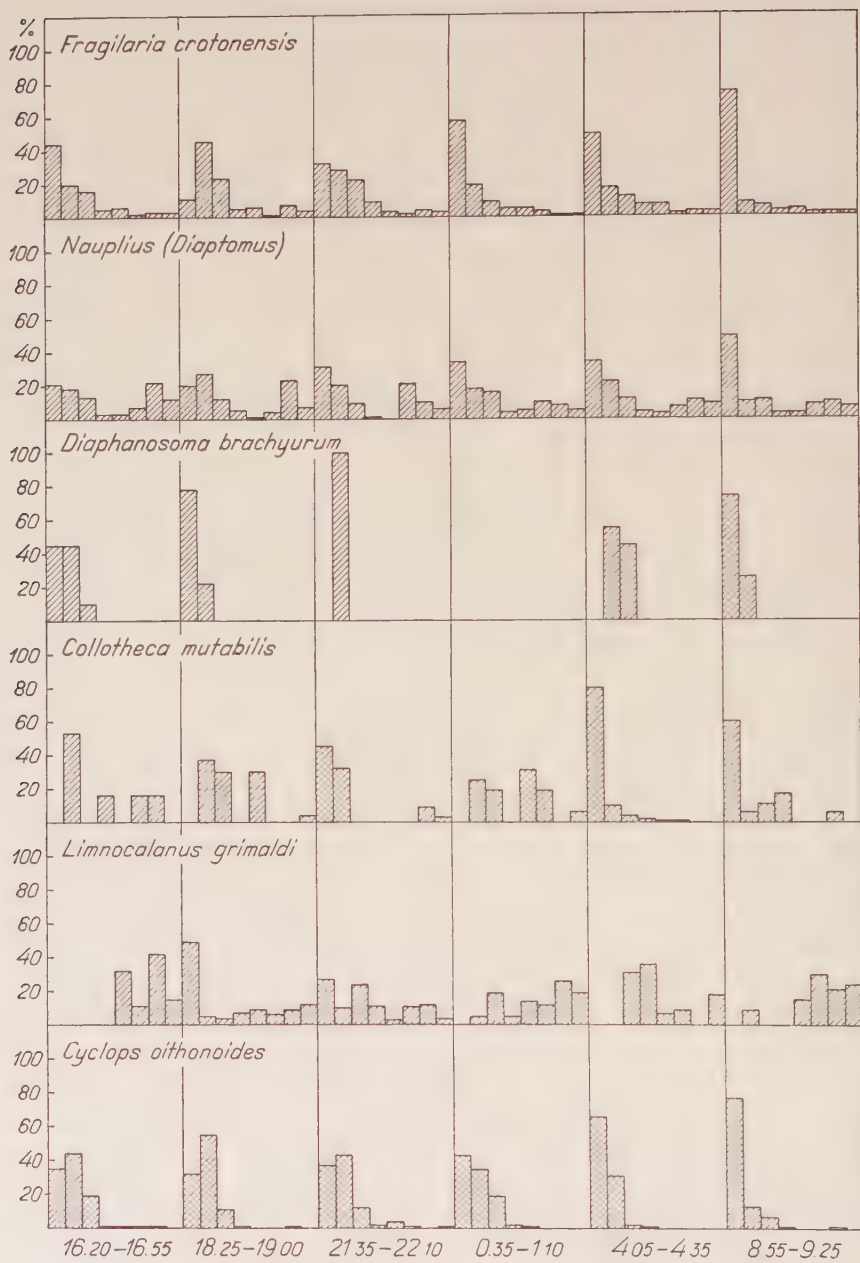


Abb. 15



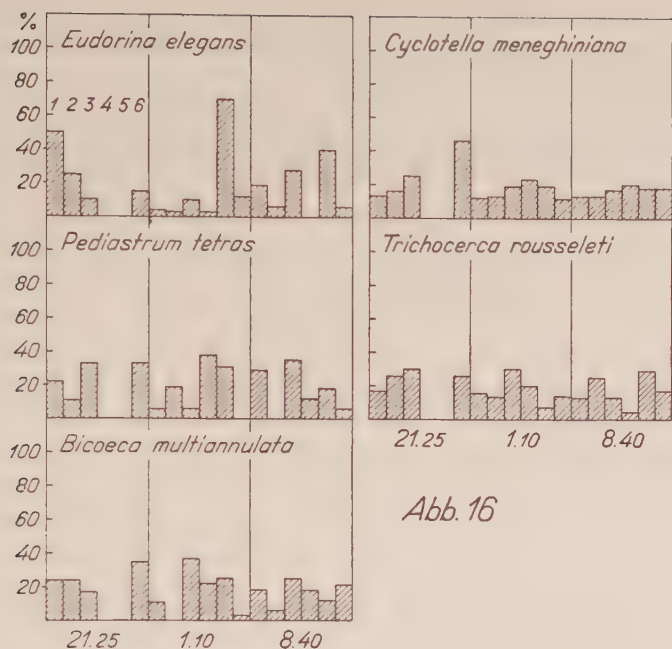


Abb. 16

Abb. 16.

Die Verteilung in % der Volksdichtensumme der verschiedenen Tiefen (Schöpferproben). 1 = 0 m, 2 = 1 m, 3 = 2 m, 4 = 3 m, 5 = 4 m, 6 = 5 m.

# Le genre *Plagiopyxis* Penard

par

R. THOMAS

## INTRODUCTION

Les *Plagiopyxis* représentent un genre de Thecamoebiens assez mal connus. Leur écologie spéciale ne les fait trouver qu'à condition de les rechercher systématiquement. C'est ce que j'ai fait tout d'abord par curiosité puis par la suite pour la nécessité de mes études terri- coles ou j'ai été amené à débrouiller leur identité. Bien des auteurs ont du rencontrer dans certaines récoltes des *Plagiopyxis* sous forme de corps énigmatiques se présentant avec l'aspect d'une thèque circu- laire plus ou moins aplatie mais dont aucune ouverture n'était visible comme cela est la règle chez: *Pl. penardi*, *Pl. declivis*. J'ai passé bien du temps à comprendre et à rattacher ces espèces à ce genre. Mes études sur les Thecamoebiens des terres, puis ensuite nos analyses conduites à ce sujet avec L. BONNET nous ont fait trouver souvent ce genre *Plagiopyxis* qui voisine avec les genres *Centropyxis* et *Cyclo- pyxis*. J'ai donc préparé une sorte de monographie pour le premier genre, et une mise à jour pour les deux derniers. Aujourd'hui grâce à l'obligeance de Monsieur le Professeur P. VAN OYE, que je remercie ici, le premier genre voit le jour. Pour les *Centropyxis* et les *Cyclo- pyxis* une très importante documentation, actuellement à l'étude, me fait attendre ces résultats qui donneront des détails plus complets une fois le dépouillement terminé.

E. PENARD (1910a) p. 936, créait le genre *Plagiopyxis* avec une seule espèce: *Pl. callida*. La même année (1910b) p. 251, cet auteur ajoutait une nouvelle espèce à ce genre sous le nom de *Pl. labiata*. Bien que PENARD ait donné pour ces créations des explications co- pieuses, il semblerait que le genre n'ait pas toujours été admis de l'ensemble des spécialistes. W. JUNG (1936) ayant rencontré ce qu'il pensait être *Pl. callida* ne voulut y voir qu'un représentant du genre *Bullinula* (devenue depuis, *Bullinularia*), sous la comb. nov. de *Bullinula indica* var. *callida* (PENARD) JUNG. Depuis, j'ai trouvé dans les travaux Tchèques de E. BARTOS (1947), ŠTEPANĚK (1952), la

désignation de *Centropyxis labiata* (PENARD), ce qui indique que ces auteurs n'admettent pas cette dernière espèce dans le genre *Plagiopyxis*.

Ainsi ce genre pourtant valablement décrit par l'inimitable observateur genevois, n'est plus à l'heure actuelle un genre sûr, dans l'esprit de certains spécialistes. C'est en espérant éclairer la question que je donne ici mes observations.

Mais j'ai conscience d'aborder le problème un peu tôt. Tout ne peut être dit sur ce genre dont l'avenir est encore plein de promesses. Ces observations basées sur les travaux de mes devanciers, et les miennes, sont encore insuffisantes, pour clôturer définitivement la question. Puissent ces observations, ici toutes groupées, apporter un peu de lumière sur ce genre. Et si les Pédobiologistes, peuvent grâce à cette mise à jour, éviter d'employer le nom désuet de *Diffugia constricta*,<sup>1)</sup> ce travail n'aura pas été inutile et c'est là tout mon désir.

## DIAGNOSE DU GENRE

Thèque de nature chitinoïdo-siliceuse dont les téguments sont recouverts d'éléments exogènes variés. De face, forme circulaire ou elliptique, quelquefois oblongue. De profil, forme plus ou moins ovoïde-aplatie. Pseudostome formé le plus souvent d'une fissure, peu visible, dans la plupart des cas. La partie inférieure du pseudostome est formée par le prolongement de la face ventrale qui s'invagine plus ou moins profondément dans l'intérieur de la thèque. Si cette pénétration s'arrête à mi-chemin de l'épaisseur elle peut former une languette, mais cette membrane peut aussi prendre diverses directions, ascendantes, ou descendantes, ayant comme résultat de compartimenter l'intérieur de la thèque, soit proche du pseudostome, soit en suivant plus ou moins longuement les parois internes opposées au pseudostome. Si le chemin parcouru par cette membrane est court, il n'y a pas formation d'un canal interne concomitant au trajet de la paroi ventrale.

Les *plagiopyxis* ne possèdent qu'un seul noyau.

---

1) Avant G. DEFLANDRE (1929), cette espèce englobait une grosse majorité de *Centropyxis*, facilement séparés depuis, en espèces et variétés, grâce aux travaux de cet auteur. Devant certaines formes du sol, des auteurs modernes, non spécialisés, traduisent leur hésitation par ce nom de *Diffugia constricta* qui ne peut plus représenter une réalité spécifique.

## MORPHOLOGIE

L'animal vivant dans la thèque est très mal connu. Les travaux de PENARD n'ont apportés des précisions que pour *Plagiopyxis callida*. L'auteur observe un cytoplasme dense, opaque, sans proie figurée; ce cytoplasme, se présente sous la forme d'une masse arrondie, plus ou moins ellipsoïdale, avec l'ectoplasme bien différencié formant une cuticule hyaline, et épaisse. E. PENARD a observé au sein de la masse, une vacuole unique qui ne lui a pas semblé être une pulsole. Le noyau assez volumineux est sphérique, avec une membrane fine il contient de très nombreux caryosomes.

Les pseudopodes sont très difficiles à observer, rarement vus par l'auteur genevois, il les décrit comme „plutôt court, large à la base, pointus et déchiquetés au sommet, et qui se rétractèrent bientôt pour ne plus se montrer”.

L'existence d'une cuticule emprisonnant la masse du cytoplasme permet d'envisager comme très difficile l'émission des pseudopodes, c'est pourquoi ces derniers n'ont certainement aucun rôle dans la recherche de la nourriture nécessaire à l'animal, sans doute sont-ils émis que dans des circonstances particulières encore inconnues.

Pour les raisons indiquées ci-dessus, et par suite des trop rares observations effectuées sur les *Plagiopyxis* les phénomènes de la reproduction ne sont pas connus.

J'ai assez souvent rencontré des animaux enkystés comme celui représenté fig. 9; plus souvent chez *Plagiopyxis callida*. Ces kystes s'observent particulièrement dans les biotopes terricoles.

La thèque des *Plagiopyxis* est chitinoïde généralement recouverte de matériaux exogènes variés, le plus souvent les particules minérales du milieu, mais aussi des corps détritiques variés.

Certaines espèces ont leur revêtement nettement pierreux, (*Pl. callida*) d'autres, n'utilisent que peu les matériaux minéraux (*Pl. labiata*).

La forme de face est circulaire, souvent ovale, le grand axe est souvent dans la largeur chez *Pl. callida*. L'épaisseur représente à peu près le volume d'un hémisphère, souvent un peu aplati, ou bosselé. Le pseudostome est presque toujours dissimulé sous une visière supérieure et n'est apparent que dans des cas très spéciaux, à l'exception de *Pl. labiata* où il apparaît visiblement. La couleur des théques varie du brun opaque au brun plus ou moins jaunâtre, terreux, ou bien est incolore. Souvent plus claire est la couleur des formes jeunes.

La position du pseudostome dans le genre indique une plagio-stomie très poussée. Les observations de L. BONNET et R. THOMAS



(1955) ont montrés que cette plagiostomie se double aussi du caractère de la cryptostomie, (c.à.d. dissimulation du pseudostome) surtout dans les formes qui vivent dans le sol.

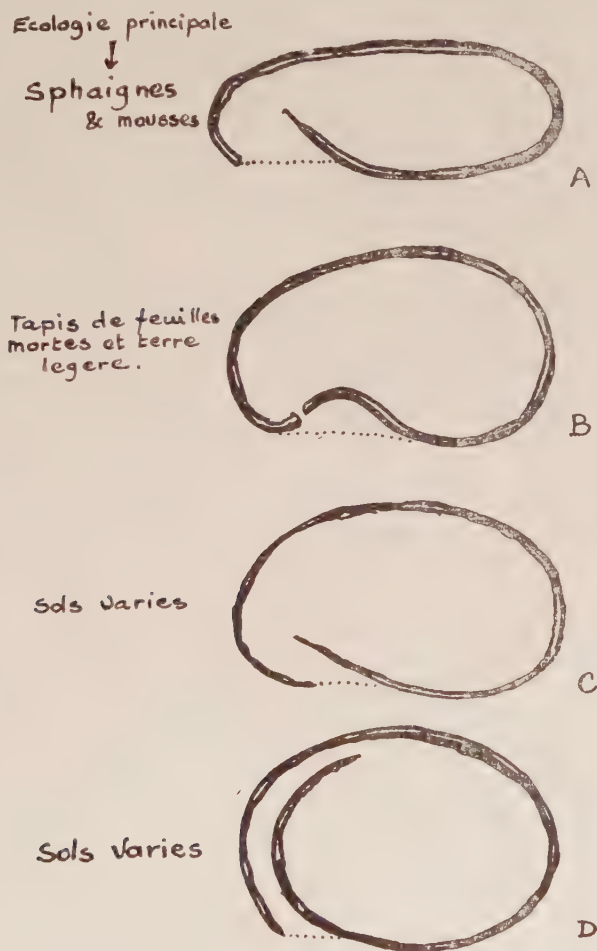


Fig. A à D — Exemples croissants de la cryptostomie dans le genre *Plagiopyxis*

Fig. A - *Plagiopyxis labiata* PENARD

Fig. B - *Plagiopyxis penardi* THOMAS

Fig. C - *Plagiopyxis declivis* THOMAS

Fig. D - *Plagiopyxis callida* FENARD

Les fig. A à D représentent des exemples de la cryptostomie, suivant les espèces, dans le genre *Plagiopyxis*.

Cette cryptostomie semble liée au milieu, puisque peu évidente dans les milieux subaériens, elle devient complète dans les milieux du sol.

Il est à remarquer que les formes, qui, chez *Plagiopyxis callida* sont très peu cryptostomes (fig. 15, 16, 17, 18) sont généralement distribuées dans les biotopes plus subaériens.

## SYSTÉMATIQUE

Les *Plagiopyxis* étant largement distribués dans les faunes terri-  
coles, il m'apparaît utile de bien situer les différentes espèces afin  
d'aider les recherches entreprises dans ce milieu encore assez peu  
étudié jusqu'ici en France.

### PLAGIOPYXIS CALLIDA<sup>1)</sup> PENARD 1910a (Figures 1 à 18)

PENARD (1910a) p. 936 et Pl. VIII fig. 8 à 10.

WAILES & PENARD (1911) p. 51 et Pl. VI, fig. 30 non, *Bullinula indica* var. *callida* (PENARD) JUNG 1936.

Thèque grisâtre, jaunâtre, rarement brune-opaque, assez claire  
en général bien que peu transparente. Elle est relativement lisse, dé-  
pourvue d'appendices ou d'aspérités, et revêt une forme vaguement  
hémisphérique. En vue frontale elle montre un contour à peu près  
circulaire, quoique le diamètre de la largeur soit souvent plus grand  
que celui de la longueur. Vue de côté la thèque a un dos en forme de  
dôme arrondi, la face ventrale présente un aplatissement aux envi-  
rons du pseudostome; la partie antérieure est plus étroite que la partie  
postérieure. Le pseudostome est constitué dans la plupart des cas par  
une étroite fissure ménagée par l'invagination profonde de la paroi  
ventrale. Cette ouverture est souvent peu visible, beaucoup mieux  
chez les individus qui ont cet intervalle buccal proportionnellement  
plus large. Ce pseudostome est placé du côté ventral, très haut dans  
la partie supérieure de la thèque, très près du bord; sa forme est  
représentée par un croissant de lune assez variable en épaisseur, sui-  
vant les individus. L'examen du profil de la thèque montre une  
disposition interne particulière. Si nous suivons le trajet de la paroi à  
partir de la lèvre supérieure du pseudostome, nous la voyons décrire

---

1) Les observations dans cette espèce m'ont été grandement facilitées par  
l'accumulation des récoltes que j'ai pu constituer d'une part, mais aussi par  
l'accueil de Mr. G. DEFLANDRE, Directeur de l'école des Hautes Etudes à  
Paris, qui, m'ayant ouvert les portes de son laboratoire m'a permis d'examiner  
à loisir ses collections, ainsi que des préparations confectionnées par E. PENARD  
et précieusement conservées aux Etres Organisées. Qu'il me soit permis de re-  
mercier ici Mr. G. DEFLANDRE pour son amabilité.

une courbe brusque pour arriver au dos de la thèque, puis continuant son chemin dans la partie inférieure dorsale, former un dôme arrondi. Cette paroi poursuit sa route en retour vers le pseudostome, revenant très près de son point de départ, pour former la lèvre inférieure; mais s'invaginant profondément dans l'intérieur de la thèque, elle descend en côtoyant de près la paroi dorsale interne sans la toucher.

L'aménagement de cette sorte de couloir étroit, courbé en siphon, débouchant par le pseudostome, est le passage par lequel l'animal pourra émettre des pseudopodes.

La constitution de l'enroulement de la membrane invaginant s'effectue en outre toujours soudé à droite, et à gauche, aux flancs interne de la thèque.

Le cytoplasme se présente (comme je l'explique dans le chapitre morphologie) sous forme d'une masse arrondie munie d'une membrane épaisse, hyaline, molle et élastique. Ce cytoplasme est opaque, cendré, car bourré de granulations sphériques incolores de  $1\ \mu$  à peine. Pas de nourriture figurée, mais des résidus digestifs sous forme de particules jaunâtres assez réduites. Noyau unique, volumineux, sphérique à membrane fine sous laquelle se pressent plusieurs caryosomes très petits et nombreux. Pseudopodes lobés, pointus ou déchiquetés au sommet. L'animal émet rarement ses pseudopodes, le plus souvent on ne peut les observer.

Suivant les positions que prend la paroi ventrale enroulée dans l'intérieur de la thèque, le facies en vue frontale varie dans d'assez fortes proportions. Il arrive très souvent que dans une population à *Pl. callida*, les dessins du pseudostome soient si variés qu'on a de la peine pour accorder immédiatement les formes observées à l'espèce. Je donne à ce sujet une série de dessins montrant ces différences. En comparant entre-elle ces formes extrêmes on peut rester perplexe si on perd de vue qu'une thèque aussi compliquée, est sujette, surtout par l'examen microscopique, à de fâcheux effets d'optiques, par superposition des plans optiques.

Les figures 10 et 11 représentent l'allure extrême que prend l'espèce, qui ainsi, pourrait être prise pour une *Centropyxis*, et c'est particulièrement à *C. orbicularis* DEFL., que ressemblent ces formes. A ce sujet il est bon de voir ce que G. DEFLANDRE (1929) pensait au moment de la création de cette *Centropyxis*:

„Coque hémisphérique, rappelant fort celle de *Plagiopyxis callida* PENARD . . .” Plus loin l'auteur revient sur ce point. „Nous n'avons pu élucider la structure exacte de la coque qui se différencie notablement de celle de *Pl. callida* par le contour de la bouche. Il est fort probable que c'est de la *C. orbicularis* dont parle WAILES quand il écrit à propos de *Plagiopyxis callida*.” Certain forms of *Diffugia constricta*,

which are nearly spherical, closely resemble *Pl. callida*, but can be distinguished by the shape of the aperture, which is lunate, and by the comparatively large circular scales which generally form its border.”

Mais le profil donné par G. DEFLANDRE (1929), pour *C. orbicularis* diffère absolument<sup>1)</sup> de ceux que l'on peut observer dans les formes extrêmes de *Pl. callida* (fig. 15, 16, 17, 18). Aussi chaque fois que le doute peut se présenter entre ces deux rhizopodes, seuls les examens des faces latérales permettront de déterminer au mieux ces deux Thecamoebiens. De plus comme il est vraisemblable que dans une population d'un même biotope les formes extrêmes voisineront avec les formes orthodoxes la difficulté sera minime.

### Explications de quelques vues de face, et profil

a) - Fig. 11—12. Lorsque la thèque apparaît de face sans montrer trace de l'ouverture d'un pseudostome, et qu'on voit seulement une ligne coupant la thèque en deux parties dans le sens de la largeur, voici comment j'interprète la constitution du profil.

La membrane dorsale (a) descend très bas couvrant l'ouverture du pseudostome. La membrane ventrale (b') forme un sommet en (b) puis s'arrête au point (c). C'est ce point (c) qui est seul visible par le jeu de la mise au point. Aucune ouverture ne peut-être perçue en observation ventrale, car la courbe de la paroi (b') n'est pas assez brusque pour être aperçue en ombrage.

C'est ici un bel exemple de la notion de la cryptostomie.

b) - Fig. 13—14. Lorsqu'une ouverture en „croissant de lune” est visible, cela n'est possible que parce que la membrane (a) ne forme pas visière et ne cache pas l'entrée du vestibule du pseudostome. Par ce fait, le point culminant de la membrane dorsale (b) limite par une courbe arrondie la partie inférieure du pseudostome. La descente de la paroi (b) jusqu'au point (c) n'est pas toujours perceptible dans l'ensemble des cas. De plus cette terminaison qui ne pourrait être visible que comme une ligne barrant la thèque dans sa largeur, se trouverait ici, être placée plus bas que le pseudostome.

c) - Fig. 15—16 - La même explication est valable, pour ces formes, et pour les précédentes, mais ici, en même temps que la membrane dorsale (a) est suffisamment relevée, et éloignée du passage de la membrane ventrale (b'), cette dernière plus affaissée en (b), laisse la lumière à une ouverture plus grande au pseudostome. La constitution classique des *Plagiopyxis* n'est ici qu'ébauchée, et la cryptostomie diminue.

---

1) Se reporter à la monographie des *Centropyxis* de G. DEFLANDRE p. 334 fig. 33.



d) - Fig. 17—18 - Ici, cas extrêmes des positions prises par le trajet des parois chez *Pl. callida*. C'est seulement la grande largeur du pseudostome, et son peu de hauteur, qui peut, de face, permettre de reconnaître l'espèce. L'examen de profil ne rappelle presque plus le genre. Mais ces formes qu'on rencontre au sein des populations de *Pl. callida*, et dont toutes les formes de passage existent, montrent la plasticité prise par, l'espèce, qu'il est nécessaire d'avoir bien comprise au départ pour éviter d'être trompé par ce polymorphisme.

**Dimensions:** PENARD (1910): Longueur: 92—103  $\mu$ ; largeur: 105—112  $\mu$ . PENARD (1905—1909): largeur 105—135  $\mu$ . WAILES & PENARD (1911): Diamètre: 75—110  $\mu$ . Selon préparations de PENARD (Coll. G. DEFLANDRE). Longueur: 110—112  $\mu$ , largeur: 112—120  $\mu$ . WAILES (1919). Diamètre: 55—135  $\mu$ , mais usuellement: 90—110  $\mu$ . J'ai noté sur plus de 50 formes: Longueur: 67—84  $\mu$ ; largeur: 73—87  $\mu$ . En moyenne le diamètre se situait aux environs de 90  $\mu$ .

**Ecologie:** PENARD a rencontré *Pl. callida* dans les hypnum terri- coles des bois de sapins. Mais c'est une espèce très commune liée aux biotopes terricoles. J'ai pu remarquer que les humus d'aiguilles de forêt de sapins, (mais aussi de Pins), contenaient en bien plus grand nombre l'espèce que les muscinees sus-jacentes. Les travaux du sol que je poursuis avec L. BONNET, nous ont montrés que *Pl. callida* est fréquent dans les sols forestiers en présence, ou non, d'une végétation à muscinées.

Les sphaignes et mousses terrestres contiennent disons nous, en moins grand nombre, cette espèce, mais c'est dans ces milieux sub- aériens que se montrent le mieux les formes à pseudostome très ouvert que nous décrivons plus haut.

G. DEFLANDRE, a rencontré l'espèce (1926), (1927), dans les mous- ses mouillées, mais aussi, sur des rochers suintants. Ce qui prouve bien, que bien des biotopes peuvent abriter cette espèce.

**Distribution:** France: HEINIS (1914) Jura, Savoie; DEFLANDRE (1926) Pont Erasbourg; (1927) La Combaz de Zore, de Morzine, Tourbière de Nabor, (Haute Savoie); THOMAS (1954) Environ de Bordeaux (Gironde); L. BONNET & R. THOMAS (1955) Haute Ga- ronne, Tarn, Ariège, Hte Pyrénées etc. Angleterre: WAILES (1919) BROWN (1919); Irlande: WAILES & PENARD (1911); Canada: PENARD (1910); Colorado: EDMONSON (1912); Australie: PENARD (1910); Nouvelle Zélande: PENARD (1910); Colombie, Pérou, Bolivie: HEINIS (1914) Allemagne: (?) JUNG (1936). Sydney, Montagnes Bleues, Vancouvert, Montagnes Rocheuse du Canada: PENARD.

PLAGIOPYXIS CALLIDA PENARD, var. GRANDIS var. nov.  
(fig. 9—19—20)

Après l'examen de nombreuses récoltes contenant *Pl. callida* j'ai pu me convaincre que même dans des localités différentes la taille de cette espèce restait assez proche d'un diamètre moyen de 90  $\mu$  environ. PENARD avait assimilé un ensemble de formes donnant de gros écarts de dimensions, je pense qu'il faut considérer les formes dépassant 100  $\mu$  comme maximales et en fait, les formes que j'ai rencontré dépassant ces dimensions représentaient des populations cohérentes d'une taille au dessus de la moyenne. C'est pourquoi je préfère les considérer comme variétales du type.

**Dimensions:** Longueur: 95—103  $\mu$  largeur: 105—135  $\mu$  (observé un seul individu de 150  $\mu$ ).

PLAGIOPYXIS LABIATA PENARD (1910b)  
(fig. 21 à 30)

PENARD (1910b) p. 251. 1 fig.

G. DEFLANDRE 1927 p. 507.

= *Centropyxis labiata* sec. BARTOS (1947)

= *Centropyxis labiata* sec. STEPANEK (1952)

Voici ce qu'écrit PENARD au sujet de cette espèce:

„Plus petite que dans l'espèce précédente (*Pl. callida*), la coquille de 80 à 88  $\mu$  de diamètre, brunâtre, chitinoïde, avec pierre de recouvrement, hémisphérique avec face dorsale surélevée, est pourvue d'un orifice, allongé en fente, ventral, excentrique, très rapproché du bord antérieur. Le péristome (pseudostome), alors, simplement arrondi sur l'un de ses bords (bord antérieur), est prolongé sur l'autre bord d'une lèvre plus ou moins proéminente, une sorte de languette vaguement triangulaire, qui plonge en avant dans l'intérieur de la coquille, et tient lieu ici de ce plancher caractéristique, qui dans *Plagiopyxis callida* s'enfonce jusque bien bas dans l'intérieur.

Le plasma, qu'il ne m'a été possible d'examiner que sur un seul individu, est conforme à celui de l'espèce précédente, complètement bourré de grains pâles extraordinairement petits, puis renfermant des particules de nourriture jaunâtre, et un noyau sphérique, pourvu à son intérieur d'un gros nucléole granulé. Il n'a pas été trouvé de vésicule contractile, laquelle ne s'observe d'ailleurs que très rarement dans ce genre. Quant aux pseudopodes, il en est probablement de même que dans *Plag. callida*, où l'on peut examiner bien des centaines d'animaux pleins de vie sans les voir se développer.”

PENARD donne dans son mémoire une figure, (reproduite ici, fig. 27) en vue frontale. La lèvre inférieure du pseudostome présente bien une languette qui s'enfonce dans l'intérieur. Dans les formes que j'ai

rencontré cette languette existe, mais elle est souvent fort peu proéminente (fig. 21 à 26 et 28 à 30). Peut être E. BARTOS (1947) a-t-il rencontré des individus encore moins caractéristiques qui lui ont fait prendre la décision de placer *Pl. labiata* dans le genre *Centropyxis*?

Je ne pense pas qu'il soit souhaitable de balayer ainsi l'espèce de PENARD, qui était un incomparable observateur. Mais plutôt faudrait-il penser que puisque *Pl. Callida* présente des variations (l'approchant des *Centropyxis*), de même *Pl. labiata* peut arriver aussi au même ordre de variations. Il faudrait que chaque observateur puisse opposer de nombreuses récoltes contenant l'espèce, pour que des remarques valables soient décisives.

Les profils (fig. 29 et 30), montrent que lorsque la languette caractéristique existe, elle s'invagine à l'intérieur.

Pour moi, je reste à la désignation spécifique et générique donnée par PENARD, car la description du cytoplasme s'accorde mieux avec le diagnostic du genre *Plagiopyxis* que celle des *Centropyxis*.

**Dimensions:** PENARD (1910b): Diamètre: 80—88  $\mu$ ; ŠTĚPANEK (1952). Diamètre: 95  $\mu$ ; Longueur du pseudostome: 28  $\mu$ ; largeur: 11  $\mu$ . J'ai noté: Diamètre: 66—78  $\mu$ .

**Ecologie:** PENARD a rencontré cette espèce dans les mousses G. DEFLANDRE (1927); E. BARTOS (1947); R. THOMAS (1954) signalent aussi la rencontre de l'espèce dans les muscinées (sphaignes et mousses); M. ŠTĚPANEK (1952) a trouvé *Pl. labiata* dans la vase (Roots of reeds in the mud). Et à cette occasion l'auteur tchèque donne un beau dessin d'une forme pierreuse (cf. fig. 25).

Cette forme est curieuse, car en plus d'une écologie spéciale, le faciès diffère par le fait que le pseudostome est inversé, la lèvre avec languette est supérieure, au lieu d'être inférieure comme dans le type (?); E. BARTOS (1947), indique l'espèce comme Xérophile. Dans le sol, *Pl. labiata* est moins fréquente, (toutes proportions gardées), que *Pl. callida*. Nous l'avons trouvée (L. BONNET & R. THOMAS (1955) dans des sols sous-jacents à des muscinées et des lichens. La proportion dans ces sols n'était qu'un peu supérieure à celle des mousses et lichens eux-mêmes. Mais je n'ai pas l'impression que les biotopes terricoles soient le berceau de cette espèce, contrairement à d'autres *Plagiopyxis*.

**Distribution:** France: G. DEFLANDRE (1927) Marette des maisons de Zore de Montrioud, (Haute Savoie). R. THOMAS (1954) La House, Gazinet (Gironde) L. BONNET & R. THOMAS (1955), Tourbière du Pinet (Ariège) Arguenos (Haute Garonne). Australie: PENARD (1910) Etats Unis, Seychelle (Loc. cit. selon L. DECLOITRE (1953) Tchécoslovaquie: E. BARTOS, M. ŠTĚPANEK (1952).

Cette espèce est comparativement plus rare que *Pl. callida*.

PLAGIOPYXIS PENARDI R. THOMAS 1955

(fig. 31 à 34)

L. BONNET & R. THOMAS (1955) p. 421 fig. 5 et 38

Thèque transparente, claire, recouverte de plaquettes de recouvrement, quartzeux très transparent. En vue ventrale la forme est généralement circulaire, souvent plus large que longue.

La vue latérale donne une forme hémisphérique, la face ventrale légèrement bombée s'infléchit au centre en une cavité d'une profondeur du quart environ de l'épaisseur de la thèque puis décrit une courbe en profondeur, revient à peu de distance du plan de la paroi ventrale mais sans la toucher, ménageant ainsi une étroite fissure, formant le pseudostome, qui très plagiostome est placé dans le tiers, supérieur de la thèque. Ce pseudostome est dans la majorité des cas invisible. Il ne peut bien être aperçu que lorsque la thèque est basculée d'au moins 45° sur son dos, la partie inférieure relevée. Le plus souvent l'aspect de la thèque de *Pl. Penardi* est si peu compréhensible qu'on n'aperçoit ni la dépression de la paroi ventrale, ni l'ouverture du pseudostome.

Pendant longtemps j'ai douté de l'origine thécamoebienne de cette coquille. Ce n'est qu'en isolant de nombreuses thèques, puis en les retournant en tous sens, que j'ai pu me faire l'idée de sa constitution. J'ai dédié ce *plagiopyxis* à la mémoire du Dr. EUGÈNE PENARD.

Il arrive parfois de rencontrer des individus dont la dépression ventrale est si peu marquée que la fissure buccale se voit bien, mais c'est plutôt l'exception.

**Dimensions:** Diamètre de la thèque: 73—84 (96)  $\mu$ . L'épaisseur est en général la moitié du diamètre.

**Ecologie et distribution:** A l'origine cette espèce a été trouvée dans les marettes, flaques d'eau en forêt dans lesquelles pourrissent à l'automne des feuilles mortes.

Les marettes de Beau-Séjour Canéjan (Gironde) Fossés du Chemin de la Paillère Talence (Gironde) Mare du Fond Pottier Forêt d'Evreux (Eure) (Leg. Maillard) Mousses mouillées du marécage du bois de Rance Canéjan (Gironde). Dans le sol, c'est particulièrement les terreaux de feuilles, acides (pH 4—4,5—5). Les humus d'aiguilles de conifères, acides (pH 4), certaines terres de bruyère, acides (pH 4) qui nous ont donnés l'espèce — L'acidophilie paraît prouvée — Ces récoltes de terrains ont été effectuées en Gironde, mais il est fort probable que la répartition est plus générale. (Voir à ce sujet les observations de D. CHARDEZ „Observations sur *Plagiopyxis penardi*” 1956; chez l'auteur.



## PLAGIOPYXIS DECLIVIS R. THOMAS 1955

(fig. 35 à 48)

L. BONNET & R. THOMAS (1955) p. 420 fig. 10—11 et 40

= *Bullinula indica* var. *callida* (PENARD) JUNG sec. JUNG 1936.

= *Plagiopyxis callida* PENARD sec. M. ŠTEPANEK 1954 fig. 3-c p. 101.

*Plagiopyxis declivis* a une constitution différente de ceux que nous avons étudiés jusqu'ici. Le pseudostome a ceci de commun avec *Pl. penardi* c'est qu'il est très difficile à voir (cryptostomie) mais dans quelques cas il apparaît très bien (fig. 38-39-40-48). Dans les figures 39-40 nous voyons que l'invagination de la membrane ventrale tend à pénétrer dans la thèque, mais la bordure du haut du pseudostome s'incurve sur elle même, forme une sorte de visière couvrante, dissimulant l'espace réservé au pseudostome. Si la visière ainsi formée est peu accusée, ou encore, si la membrane ventrale ne monte pas très haut, il se produit un intervalle entre les deux membranes, ménageant l'ouverture du pseudostome. Dans ce cas l'observateur placé dans le sens de la flèche de la fig. 39 verra bien l'ouverture. Cette constitution nous rapproche de *Pl. callida*, *Plagiopyxis declivis* ne serait, en quelque sorte, qu'un *Plagiopyxis callida* dont le trajet de la membrane ventrale serait interrompu assez près du pseudostome.

W. JUNG 1936 p. 111 figure un *Plagiopyxis* qu'il considère comme étant *Pl. callida* PENARD. Mais W. JUNG va cependant un peu loin lorsqu'il transforme *Pl. callida* en *Bullinula indica* var. *callida*, car les exemplaires qu'il représente n'ont aucune ressemblance avec *Pl. callida*, mais encore moins avec le genre *Bullinularia* (*Bullinula*) PENARD. Le profil que donne cet auteur (repris ici au même grossissement que nos dessins; fig. 43) ne peut en aucun cas se comparer aux dessins de PENARD, ni à ceux que je donne ici. Je pense que W. JUNG a été abusé par la rencontre fortuite de *Pl. declivis*.

En effet, si nous modifions légèrement le profil (fig. 43). donné par cet auteur, en un profil (fig. 44) ainsi qu'il est logique de le prévoir d'après la vue frontale (fig. 42), nous retrouvons les caractéristiques idéales de *Pl. declivis*.

Au moment où je terminais ma documentation sur ce *Plagiopyxis*, Mr. M. ŠTEPANEK m'a adressé son dernier travail (1954).

Cet auteur cite et représente un *Plagiopyxis* qu'il nomme *Pl. callida* (cf. fig. 45—46), mais qui en fait représente exactement *Pl. declivis*, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte en comparant les divers dessins.

**Dimensions:** Diamètre: 67—79  $\mu$ ; épaisseur: 48—53  $\mu$ , environ les 2/3 du diamètre.

**Ecologie:** Mousses terrestres des forêts de Pin, mais très communément rencontrée dans les sols (40 récoltes) par L. BONNET & R. THOMAS (1955) dans des terrains très variés. Les indications du

pH ne sont pas suffisante pour caractériser l'écologie de cette espèce (pH constatés: de 4,5 à 8).

**Distribution:** France: Gironde, Haute Garonne, Ariège, Basses Pyrénées, Hte Pyrénées . . . (L. BONNET & R. THOMAS) Allemagne: (W. JUNG) Tchécoslovaquie (M. ŠTEPANEK).

*PLAGIOPYXIS DECLIVIS* var. *OBLONGA* L. BONNET & R. THOMAS (fig. 49 à 52)

L. BONNET & R. THOMAS (1955) p. 421 fig. 15 à 17 et 39.

Cette variété n'a été rencontré jusqu'ici que dans le sol, la diagnose donnée en 1955 se rapporte a des formes très allongées et fortement cryptostomes.

En vue latérale, thèque de forme ovale et de teinte grisâtre, ou brunâtre par la présence d'une membrane chitinoïde sous-jacente. Revêtement pierreux constitué par des plaquettes quartzеuses, irrégulière, liées par un ciment brunâtre exudant aux liaisons. Pseudostome place très haut dans la partie étroite de l'ovale entièrement dissimulé par la partie dorsale recourbée en visière; décelable par le jeu de la mise au point, cette visière est assez en saillie.

En vue latérale, constitution analogue au type, c'est-à-dire que la membrane ventrale plonge en pente douce vers l'intérieur de la thèque suivant un angle moins ouvert; cette membrane est couverte à son point d'arrêt par le retour de la membrane dorsale, venant à sa rencontre, passant assez loin d'elle, de manière à ménager l'ouverture du pseudostome.

**Dimensions:** Longueur: 75—92  $\mu$ ; largeur: 49—64  $\mu$ ; épaisseur: 37—43  $\mu$ .

**Ecologie:** Pour l'instant nous ne pouvons caractériser dans les biotopes terricoles l'écologie exacte de cette variété; elle a été trouvée dans des sols calcaires (pH 8,5) des terre humiques acides (pH 5). Des recherches statistiques sur des centaines de prélèvements de terrain permettront de mieux connaître son écologie.

**Distribution:** Forêt de Belesta (Ariège); Marignac (Haute Garonne); Monclar de Quercy (Tarn); Marécage de Rance (rives) Pessac (Gironde).

*PLAGIOPYXIS* représentés dans les figures.

*Plagiopyxis callida* PENARD. fig. 1 à 8 et 11 à 18.

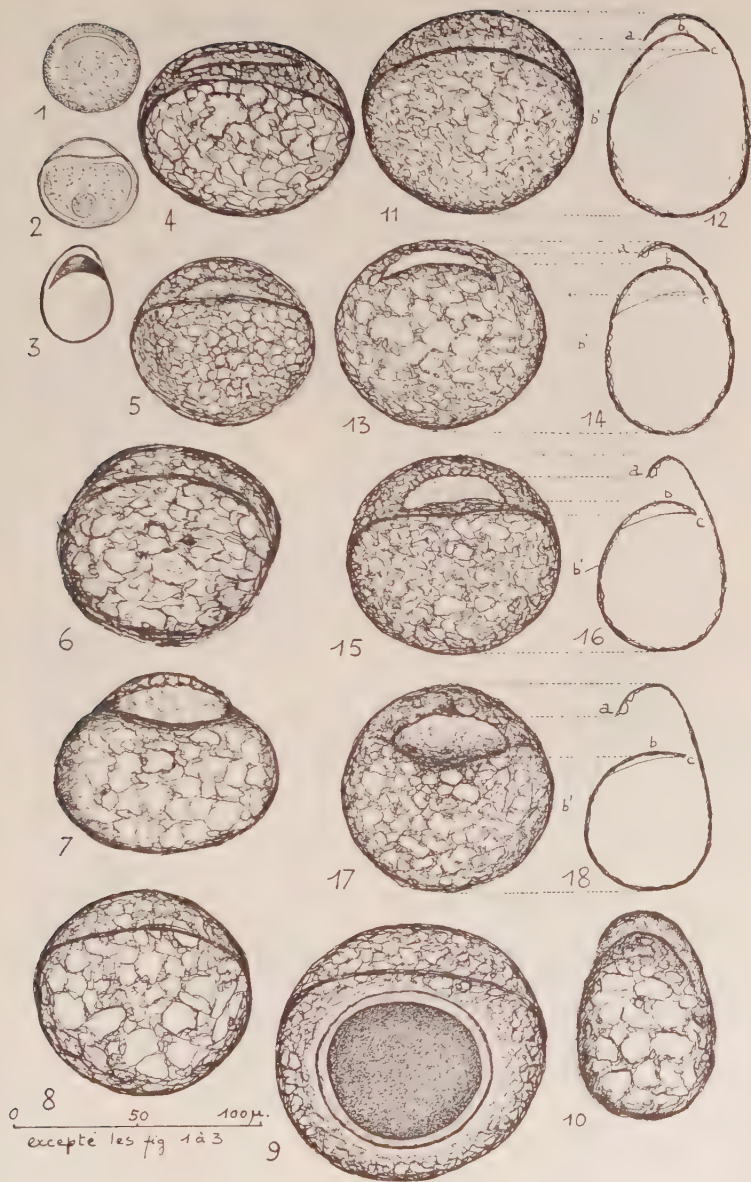
*Plagiopyxis callida* PENARD var. *grandis* v. nov. fig. 9 et 19—20

*Plagiopyxis labiata* PENARD fig. 21 à 30.

*Plagiopyxis penardi* THOMAS fig. 31 à 34.

*Plagiopyxis declivis* THOMAS fig. 35 à 48.

*Plagiopyxis declivis* THOMAS var. *oblonga* BON. THOM. fig. 49 à 52.









## OUVRAGES CONSULTÉ

- BARTOS, E. The moss dweling Rhizopoda of the neighbourhood of Prague — Zulaštní otisk ze sborníku kluby prirodovedecKého v Brne zar; roc XXVIII — 1947 10 p.
- BONNET, L. & THOMAS, R. - 1955 - Etude sur les Thécamoebiens du Sol — *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*. T. 90 p. 411—428. 1 pl.
- DECLOITRE, L. - 1953 - Recherches sur les Rhizopodes Thécamoebiens de L'A.O.F. *Bull. de L'I.F.A.N.* no 31 p. 1—249—374p.
- DEFLANDRE, G. - 1926 - Matériaux pour la faune rhizopodique de France; I. Quelques Rhizopodes testaces de Normandie — *Bull. Soc. Linn. de Normandie*. T. IX; 7e Ser. 111—113.
- DEFLANDRE, G. - 1927 - Matériaux pour la faune rhizopodique de France; III. *Bull. Soc. Zool. de Fr.* T. LII, p. 496—519.
- DEFLANDRE, G. - 1929 - Le genre *Centropyxis* Stein — *Archiv. f. Protist.* 67, p. 322—375; 176 fig.
- JUNG, W. - 1936 - Thekamoeben eines Erzgebirgsmoores und zweier Moore im Hohen Venn. *Ann. de Protistol.* V; p. 83—123, 18 fig.
- PENARD, E. - 1910a - Rhizopodes nouveaux — *Rev. Suisse de Zool.* 17, fasc. 4, p. 929—940. 1 pl.
- PENARD, E. - 1910b - Rhizopodes d'eau douce in British Antarctic Expédition 1907—9; Vol. I. Part 6; p. 203—260, 1 pl.
- ŠTEPANĚK, M. - 1952 - Menavky a slunivky Tunky na Hradku u Kunratic — *Cas. Něr. Musea-Roc.* CXXI c, 1.
- ŠTEPANĚK, M. - 1954 - Krytenky (Testacea) Z Kronos I - Potoky v okolí Janských Lazní — *Cas. Nar. Musea odd. prir., roc.* CXXIII, c. 1. p. 96—110.
- THOMAS, R. - 1954 - Thecamoebiens de la région bordelaise — *Bull. Soc. d'Hist. nat. de Toulouse* 88; Fasc 3, 4. p. 245.
- WAILES, G. H. & PENARD, E. - 1911 - Rhizopoda in Clare Island Survey — *Proc. of the Royal. Irish. Acad.* 31 p. 1—64 — pl I—VI.

# Evolution de la temperature de l'oxygene dissous et de la transparence dans la baie Nord du lac Tanganika

par

J. TH. DUBOIS

Centre de Recherches du Tanganika (Uvira)

Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Centrale

I.R.S.A.C.

## A. SITUATIONS ET DATES DES STATIONS HYDROGRAPHIQUES

Toutes les mesures hydrographiques faisant l'objet de ce travail ont été exécutées au cours de 57 sorties sur les eaux de la baie Nord du lac Tanganika. Cette partie du lac d'à peu près 90 km de long et d'une largeur moyenne de 25 km, s'étend depuis sa rive N jusqu'à la baie de Burton et la presqu'île d'Ubwari au S.

En grosse majorité, les mesures ont été effectuées au large du port de Kalundu (à 4 km au S d'Uvira) assez loin de la rive pour atteindre des profondeurs de 170 mètres, profondeurs suffisantes pour exécuter les mesures envisagées dans ce travail. La station habituelle était éloignée de la rive d'une distance d'environ 5 km, de telle sorte que l'influence des quelques petits affluents de cette partie de la rive sur l'eau du lac fût inexistante.

Dans la partie Nord de la baie N du Tanganika, où se situe notre station hydrographique, les profondeurs atteignent rarement 300 m, tandis que dans la partie Sud de cette même baie elles atteignent 400 m.

Ces profondeurs pourtant déjà considérables sont cependant encore assez modestes comparées aux profondeurs du bassin de Kigoma (jusque 1.300 m) et surtout du bassin de Zongwe dans la partie S du lac, où en 1947 A. CAPART enregistra 1.470 mètres, profondeur la plus importante connue jusqu'à présent.

Nos mesures ont été effectuées chaque semaine depuis le mois de Novembre 1955 jusqu'à fin Février 1957, soit pendant 14 mois.

Il y a cependant une interruption dans les mesures, de mi-Juin à fin Juillet 1956 par suite de notre absence du Centre d'Uvira. Cette lacune dans les mesures s'est avérée regrettable, car comme nous le verrons au chapitre de la thermométrie, la température des eaux du lac a subi d'importantes modifications pendant cette période. Comme les mêmes mesures se continuent actuellement, nous espérons pouvoir présenter, pour la période 1957—1958, un diagramme complet sans interruption importante.

## B. APPAREILLAGE ET METHODES

### 1. Sondage.

Les profondeurs furent déterminées à l'aide d'un écho-sondeur „Kelvin & Hughes” du type M.S. 24, permettant de sonder jusque 600 mètres. Ce matériel rend possible des mesures précises et instantanées, le relief du fond étant enregistré automatiquement au cours de la marche de l'embarcation.

Les graphiques enregistrés sur papier humide sont cependant difficiles à conserver dans un climat chaud comme celui d'Uvira; au bout de quelques heures toute trace de graphique peut disparaître du papier enregistreur.

### 2. Cabestan.

Nous avons utilisé pour nos manipulations, un treuil électrique fabriqué dans les ateliers de mécanique de l'IRSAC et alimenté par une batterie de 6 ou 12 volts. Cet appareil très robuste et très pratique permet de descendre ou de remonter bouteilles de prises d'eau ou benne preneuse à grande vitesse. Cette vitesse est cependant réglable et peut être même assez faible dans les cas d'utilisation de filets à plancton où une remontée trop rapide déchirerait le filet.

La poulie compteuse „Bergen-Nautik” très robuste est graduée au mètre et permet de lire aisément le demi-mètre, précision suffisante pour des lacs de grande profondeur comme le lac Tanganika.

### 3. Mesure de la température.

La température de l'eau a été déterminée en degré centigrade à l'aide d'une sonde thermoélectrique „MétriX” (Thermistor). Cet appareil de manipulation simple et robuste permet des mesures très précises (1/20e de degré) et surtout beaucoup plus rapides que celles effectuées à l'aide des thermomètres à renversement classiques, grâce à son inertie pratiquement nulle. Une seule descente nous donne une courbe complète de la température en fonction de la profondeur, alors que l'utilisation de thermomètres à renversement nécessite une



descente, un temps d'arrêt d'au moins 3 minutes, et une remontée pour chaque détermination de la température.

#### **4. Mesure de la transparence.**

La détermination de la transparence de l'eau s'est faite à l'aide d'un „Disque de Secchi” fabriqué au laboratoire; il s'agit en réalité d'une plaque de zinc carrée de 20 cm de côté et recouverte de peinture émaillée blanche.

Chaque résultat de transparence est la moyenne de 6 mesures: 3 en descendant le disque et 3 en le remontant. Cette précaution est nécessaire sur un lac en agitation quasi continue et où deux mesures successives de transparence sont rarement identiques.

#### **5. Echantillonnage et dosage de l'oxygène dissous**

La récolte des échantillons d'eau s'est effectuée à l'aide d'une bouteille à renversement du type „Nansen” d'une capacité d'un litre. Les échantillons destinés au dosage de l'oxygène dissous furent prélevés dans des flacons de WINKLER d'environ 125 cc. La fixation de l'oxygène par un précipité de sels de manganèse a été effectuée sur place et les flacons conservés sous eau, tandis que le dosage proprement dit et la titration ont été faits le jour même au laboratoire de Chimie du Centre d'Uvira, suivant la méthode classique de WINKLER.

Les résultats furent calculés en mgr.  $O_2$ /litre et en pourcentage de saturation. Pour ce dernier calcul nous avons considéré que l'altitude de la surface du lac Tanganika était de 780 mètres au-dessus du niveau de la mer.

### **C. RESULTATS DES MESURES ET INTERPRETATION**

#### **1. Temperature des eaux.**

Les eaux de surface du Tanganika subissent naturellement des variations journalières de température, conséquence de l'influence des vents, de la température de l'air et de l'insolation. Le domaine de variation de la température des eaux de surface du lac est habituellement de 25.00 C° à 29.00 C°.

Au cours de 24 heures, le maximum de température se situe aux environs de 14—15 heures et peut parfois atteindre 29.50 C°. A partir de 16 H. la température commence à décroître régulièrement pour atteindre son minimum vers 6H. le matin, minimum descendant rarement sous 25.00 C°. La température nocturne des eaux superficielles est donc toujours supérieure à 25.00 C° puisque ce minimum est atteint seulement au lever du jour. A partir de ce moment la température commence à augmenter régulièrement pour atteindre son

maximum vers 14 H. comme la veille. L'intervalle de température observé entre le maximum et le minimum sur 24 Heures est toujours faible, s'échelonnant suivant les saisons entre 1 et 3 C°.

Les mesures faisant l'objet de ce travail ont toujours été effectuées entre 8 et 9 H. le matin et les températures que nous avons pu enregistrer en surface s'étendent à ce moment de la journée entre les extrêmes de 25.05 C° (7 Août 1956) et 27.00 C° (18 Avril 1956).

La couche d'eau offrant le plus d'intérêt au point de vue variation de température ne dépasse guère, dans la baie Nord, la profondeur de 160 mètres. Plus profondément, la température ne varie plus que par fraction de degré pour atteindre un minimum de 23.25 C° entre 500 et 800 mètres. En dessous de 1.000 m, la température remonterait légèrement jusqu'à 23.35 C° (2). De telles profondeurs ne se rencontrent pas dans la partie du lac envisagée par ce travail.

Nos sondages et mesures de température n'ont pas excédé 160 m, on observe au cours de l'année à cette profondeur des températures variant de 23.55 C° à 23.70 C°.

Dans le graphique 1, nous avons représenté 3 stations  
échelonnées de deux en deux mois: { 7 Juin 1956  
7 Août 1956  
16 Octobre 1956

Ces courbes de température en fonction de la profondeur variant fortement au cours de l'année, présentent une allure très différente l'une de l'autre, quoique seulement 3 C° séparent les points extrêmes de ces courbes (23.70 C° à 26.70 C°). Elles sont très caractéristiques de l'évolution saisonnière de l'épilimnion et du thermocline.

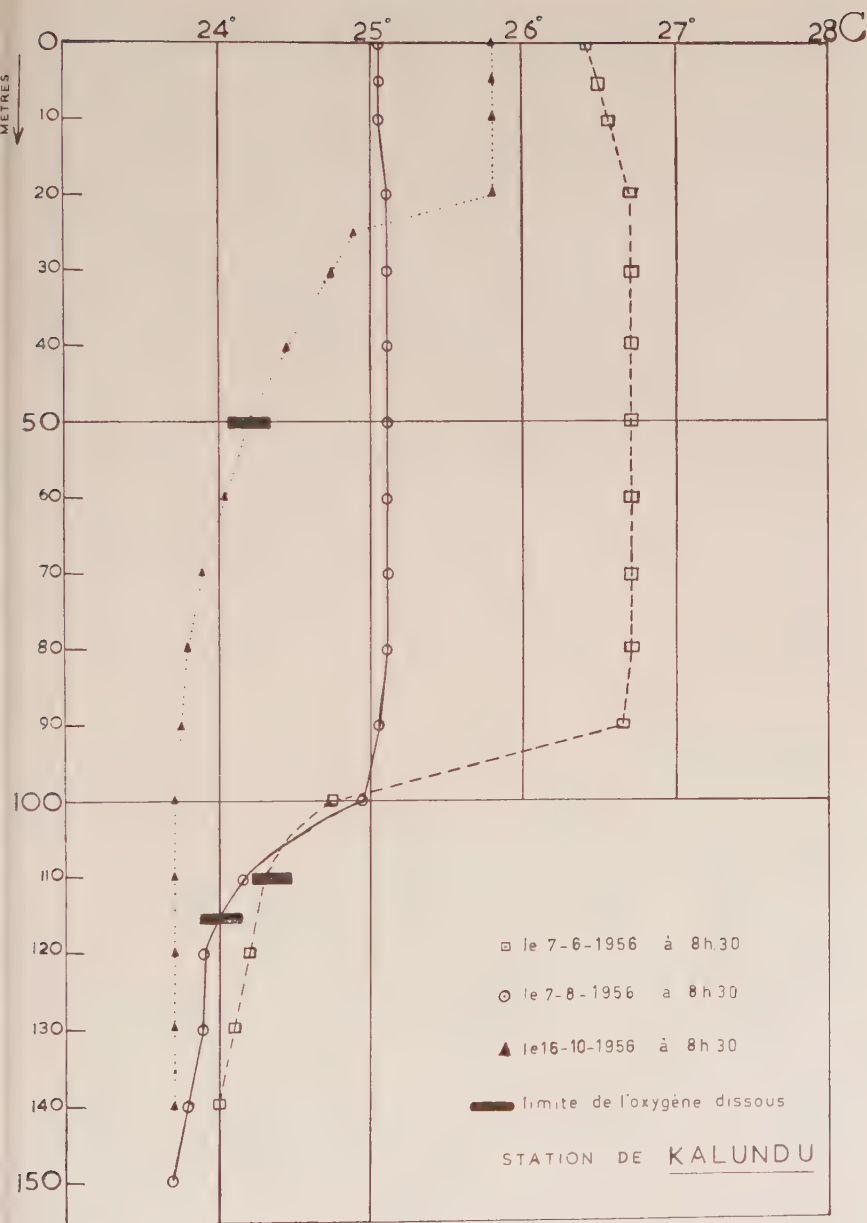
Nous attirons l'attention sur le fait qu'ici nous ne devons pas comprendre thermocline dans le sens où nous l'entendons habituellement: „Différence de température de un degré par mètre”.

En effet, cette notion du thermocline classique n'est valable que pour les eaux des régions tempérées où les saisons sont fortement marquées par des variations très importantes de température, et non pour les eaux de lacs comme le Tanganika, situé dans la région équatoriale où les écarts de température de l'air au cours des saisons sont insignifiants comparés à ceux des régions tempérées. Cette remarque s'applique particulièrement au lac Tanganika où nous observons entre la surface et les plus grands fonds (1400 m) un minimum de différence de température d'environ 1.75 C° et un maximum de 6.25 C°.

Examinons maintenant ces trois courbes séparément:

a) *Courbe du 7 Juin 1956*

Les eaux sont chaudes encore à une profondeur assez grande, nous



GRAPHIQUE 1 — VARIATION SAISONNIÈRE DE LA  
TEMPÉRATURE ET LIMITE DE  
L'OXYGÈNE DISSOUS.

observons un épilimnion très important de 90 m d'épaisseur. La température est encore de  $26.65^{\circ}\text{C}$  à 90 m, c'est à dire plus élevée qu'en surface à ce moment.

Le thermocline, d'une épaisseur d'à peu près 20 m, est très marqué et passe de  $26.65^{\circ}\text{C}$  à  $24.30^{\circ}\text{C}$  à 110 m, c.à.d.  $2.35^{\circ}\text{C}$  pour 20 m, ce qui est assez considérable pour un lac équatorial.

A partir de 100 m, la température décroît faiblement et régulièrement pour atteindre aux environs de 150—160 m une valeur de  $23.70$ — $23.75^{\circ}\text{C}$  pratiquement stable au cours de l'année à cette profondeur.

L'année 1956 ayant été très sèche dans la région du lac Tanganika, Uvira a enregistré seulement 658 mm de pluie, alors que F. BULTOT signale 972 mm comme moyenne annuelle pour la période de 1930—1946 à Uvira.

En 1956 pas une seule goutte de pluie n'est tombée depuis le 12 Avril jusqu'au 14 Août, c.à.d. pendant 4 mois. La courbe de température du 7 Juin figure donc en plein coeur de la saison sèche, saison des grands vents soufflant en général du Sud. Les eaux du lac sont brassées fortement par ces vents et le résultat se manifeste par un épilimnion important, de température analogue à celle des eaux de surface et par une oxygénation des eaux à grande profondeur. A cette époque, l'oxygène dissous était présent jusqu'à 110 m de profondeur, où les eaux avaient une température de  $24.30^{\circ}\text{C}$ .

#### b) *Courbe du 7 Août 1956*

Les eaux se sont fortement refroidies. Les eaux de surface descendent à  $25.05^{\circ}\text{C}$  et cette température reste pratiquement constante jusqu'à 100 m de profondeur, l'épilimnion est encore très important mais décalé vers les températures plus basses.

Le thermocline est beaucoup moins marqué qu'au mois de Juin, la température de l'eau passant de  $24.95^{\circ}\text{C}$  à 100 m à  $23.90^{\circ}\text{C}$  à 120 m, soit  $1.05^{\circ}\text{C}$  sur 20 m. Ce thermocline s'amorce à 100 m, ensuite la courbe s'incurve légèrement jusqu'à 120 m ( $23.90^{\circ}\text{C}$ ) pour arriver à une température de  $23.70^{\circ}\text{C}$  à 150 m. Nous observons la présence d'oxygène dissous jusqu'à 115 m de profondeur, la température de l'eau étant de  $24.00^{\circ}\text{C}$ .

Ce refroidissement uniforme de l'eau de l'épilimnion et la présence d'oxygène dissous à des profondeurs importantes peuvent s'expliquer par l'action continue des grands vents de la saison sèche qui est également la saison froide dans ces régions. La température de l'air étant plus basse que pendant la saison des pluies, l'action des vents a pour conséquence de brasser et de refroidir les eaux de l'épilimnion et de rendre le thermocline beaucoup moins important et moins marqué. La région d'Uvira n'ayant reçu sa première pluie que le 14 Août, la courbe du 7 Août représente l'état du lac en fin de saison sèche, au



moment où il a subi pendant près de 4 mois le brassage des grands vents.

### c) *Courbe du 16 Octobre 1956*

Les premières pluies ont fait leur apparition depuis deux mois et l'allure de la courbe est totalement différente de celles des deux stations de la saison sèche. Les eaux de pluie ont une température d'environ 20.00 C° ; quoique de salinité beaucoup moindre que celle des eaux du lac, ces eaux de pluie ont une densité cependant plus élevée due à leur température plus basse que celle des eaux de surface du lac. Elles coulent dans le lac en se réchauffant progressivement au cours de la descente jusqu'à atteindre une température analogue à celle des eaux du lac à cet endroit, ce qui a comme conséquence d'uniformiser la température. L'épilimnion de 25.80 C° de température est très peu important (20 m) et ses eaux sont cependant plus chaudes, malgré les pluies, qu'au cours du mois d'Août, car la température de l'air, plus élevée, influence cet épilimnion sur toute son épaisseur. Le thermocline est aussi peu important, il passe, sur une hauteur de 5 m, de 25.80 C° à 24.90 C° , soit moins d'un degré. La courbe s'infléchit ensuite très régulièrement jusqu'à 150 m où elle rejoint le domaine de température commun, pratiquement stable au cours de l'année.

L'oxygène dissous est présent jusque 50 m seulement, la température de l'eau à cette profondeur est de 24.20 C°. Il est à remarquer qu'à cette époque, toute la masse d'eau sous 25 m présente une température inférieure à 25.00 C°.

### Examen du graphique 2.

Ce graphique représente, depuis Novembre 1955 jusqu'à Février 1957, les courbes isothermiques en fonction de la profondeur. Ces courbes s'échelonnent de 24.00 C° à 27.00 C° à un intervalle de 1/2 degré.

Les courbes de 25.50 C°, 26.00 C°, 26.50 C°, 27.00 C° n'apparaissent que de façon intermittente et sont affectées par les variations saisonnières de température; tandis que les courbes de 25.00 C°, 24.50 C° et 24.00 C° sont toujours présentes au cours de l'année, c.à.d. que la température minimum atteinte par les eaux de surface du Tanganika est située entre 25.00 C° et 25.50 C°, du moins dans la partie du lac et pendant la période envisagées dans ce travail.

Comme nous l'avons spécifié plus haut, nos mesures ont toujours été effectuées entre 8 et 9 H. au cours de la matinée et il est certain qu'aux heures les plus chaudes de la journée la température de la surface du lac est toujours au moins égale ou supérieure à 26.00 C°.

Les courbes isothermiques se regroupent au mois de Mars 1956



pour amorcer vers la mi-Avril une descente vers les profondeurs, qui se poursuit jusqu'en Juin. L'épilimnion se réchauffe; en effet au début de Juin l'eau a encore une température de  $26.00\text{ }^{\circ}\text{C}$  à 93 m de profondeur.

A cette époque, survient dans les mesures, une interruption s'étendant du début de Juin à fin Juillet 1956. Au cours de ces deux mois, des travaux hydrologiques sur le lac Tumba, dans la cuvette congolaise, nous ont empêché de poursuivre nos mesures régulières sur le Tanganika. Il est regrettable qu'aucune mesure n'ait pu être effectuée au cours de notre absence du Centre d'Uvira, car il s'est produit à cette époque un brusque refroidissement des 100 premiers mètres, qui a fait passer la température de l'épilimnion de  $26.70\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $25.40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tout en lui conservant son épaisseur (90 à 100 m). Les isothermes de  $26.50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $26.00\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $25.50\text{ }^{\circ}\text{C}$  ont disparu, pour réapparaître progressivement au cours des mois suivants.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'oxygénation des eaux n'a pas été affectée par ce refroidissement et nous retrouvons au début d'Août la limite de l'oxygène dissous aux environs de 115 m.

Plus bas que 100 m les eaux n'ont pas été intéressées par cette brusque modification de la température, c'est seulement à partir du mois d'Août que les isothermes de  $24.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $24.50\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $25.00\text{ }^{\circ}\text{C}$  amorcent une remontée sérieuse pour reprendre en Septembre une allure plus stable dans la zone de 50 à 75 m.

Fin Septembre réapparaît l'isotherme de  $25.50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pour subir une légère éclipse fin Octobre-début Novembre et de nouveau réapparaître.

Au cours des mois suivants, les isothermes restent bien groupés, sauf vers la mi-Novembre une plongée, de courte durée d'ailleurs, de l'isotherme de  $24.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; toutefois celui-ci ne descend jamais sous 130 m.

Il faut attendre la seconde moitié du mois de Février 1957 pour voir apparaître l'isotherme de  $26.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ , comme il était apparu d'ailleurs en 1956 presque exactement à la même époque.

## 2. Oxygène dissous.

La détermination de l'oxygène dissous dans les eaux et de la limite extrême où se manifeste encore sa présence est d'une très haute importance en hydrobiologie; en effet il s'agit en somme de la détermination de la zone biologique d'un lac, la seule qui puisse permettre la vie des organismes supérieurs comme les poissons.

L'extension de plus en plus importante des pêcheries sur le lac Tanganika impose un contrôle technique bien organisé, lequel doit être secondé dans sa tâche par des recherches scientifiques traitant entr'autres de la biologie des poissons exploités, du rythme et des

périodes de reproduction, des localisations de frayères et des bancs de poissons en superficie et en profondeur au cours de l'année.

C'est dans le programme de ces recherches que la détermination de l'épaisseur de la couche oxygénée de l'eau prend sa place importante, c'est de cette donnée que dépend en grande partie la localisation du phyto et du zooplancton, des poissons planctonophages et, suite logique, des poissons carnassiers.

Les eaux de la surface du Tanganika sont toujours fortement oxygénées car elles sont journellement brassées par des vents plus ou moins violents. Le pourcentage de saturation en oxygène dissous oscille toujours autour de 100‰; au cours de circonstances spéciales le pourcentage peut même atteindre 115‰, ceci est dû en particulier à l'activité chlorophyllienne d'une algue bleue minuscule „*Anabaea flos aquae*”, qui fait son apparition à la surface du lac sous forme de fleur d'eau quelque temps après les premières grosses pluies de la saison chaude. La quantité de ces algues est telle qu'à certains endroits la surface du lac est littéralement couverte d'une couche verte et gluante de plusieurs centimètres d'épaisseur. Ce phénomène dure environ 10 à 12 jours, puis ces algues meurent et coulent dans les profondeurs du lac. Elles reparaissent l'année suivante toujours après les premières pluies importantes qui ont lavé les lits asséchés des torrents et rivières et qui jettent en surface du lac des quantités inusitées de sels minéraux et autres substances nutritives favorables à la prolifération de ce phytoplancton. En 1955 le phénomène est apparu le 12 Septembre et en 1956 il s'est produit le 21 Septembre.

Sous la couche oxygénée des eaux se manifeste très vite la présence d'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ), ce gaz très soluble dans l'eau, l'empoisonne réellement, la rend impropre à toute vie animale. Cette masse d'eau morte et improductive est énorme dans le lac Tanganika et représente au moins les 3/4 du volume du lac; en effet, dans ce lac immense et tellement profond, seule une couche d'eau relativement mince est oxygénée.

Contrairement à ce qui se passe dans les océans où les eaux sont encore oxygénée à des profondeurs impressionnantes, l'épaisseur de la couche oxygénée des eaux du Tanganika, variable cependant avec les endroits et les saisons, atteint un maximum de 200 m dans le Sud du lac (3).

Dans les eaux de la baie Nord, elle est encore bien moindre puisqu'elle atteint rarement 100 m, la moyenne se situant le plus souvent entre 60 et 70 m. Les extrêmes observés au cours des 14 mois traités dans ce travail ont été de 115 m le 7 Août 1956 et seulement de 45 m le 3 Octobre de la même année; à cette dernière date donc, toute la vie animale était concentrée dans les 45 premiers mètres d'eau.

Il est intéressant de remarquer dans le graphique 2, que la limite



de présence de l'oxygène dissous (la courbe de 0 %) est presque toujours située entre les isothermes de 24.00 C° et 24.50 C°, dans la première partie du graphique cette courbe aurait plutôt tendance à chevaucher l'isotherme de 24.50 C°. On pourrait à priori pouvoir déterminer, avec une très bonne approximation, la limite d'oxygénation des eaux, en connaissant seulement la courbe des températures en fonction de la profondeur.

Un fait qui rapproche cependant le comportement du lac Tanganyika de celui des océans est le rôle effacé du thermocline. Habituellement dans les lacs des régions tempérées le thermocline représente une véritable barrière biologique et sous ce thermocline, l'hypolimnion est très souvent dépourvu d'oxygène. Au contraire, au Tanganyika, le thermocline n'est en aucune façon un obstacle à l'oxygénation plus profonde des eaux. La limite d'oxygénation est toujours nettement sous le thermocline, même dans le cas du 3 Octobre 1956 où la présence de l'oxygène dissous s'arrêtait à 45 m, le thermocline était à 20 m de profondeur. J. KUFFERATH note d'ailleurs qu'au cours de 24 heures, le zooplancton migrant d'environ 100 m, traversait pour cela deux fois le thermocline, ce qui prouve qu'ici le thermocline n'avait pas le rôle de barrière biologique qu'on a habituellement tendance à lui attribuer.

Les eaux conservent normalement une très forte teneur en oxygène dissous jusqu'à la naissance du thermocline (75 à 90 %). C'est seulement au cours de la traversée de ce thermocline qu'elles s'appauvrissent en oxygène pour atteindre la limite de 0 % une trentaine de mètres plus bas.

Il semblerait qu'il existe une relation étroite entre l'épaisseur de la couche oxygénée de l'eau et la profondeur à laquelle se trouve la couche d'eau de température 24.00 C°—24.50 C°. Ce serait donc une couche d'eau, toujours sous le thermocline, qui déterminerait principalement l'épaisseur de la couche biologique du lac Tanganyika.

TABLEAU I: } TEMPERATURE en degré Centigrade  
 } OXYGENE DISSOUS en milligramme par litre

Profondeur en m.	15-11-1955		24-11-1955		29-11-1955		6-12-1955		22-12-1955	
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.
0	25,75	7,90	26,05	7,48	26,70	7,65	26,50	7,61	26,37	—
5	25,75	—	25,80	—	26,15	—	—	—	26,12	—
10	25,75	—	25,80	—	26,05	—	—	—	26,12	—
20	25,75	—	25,80	—	26,00	—	—	—	26,12	—
30	25,75	—	25,80	—	25,95	—	—	—	26,12	—
40	24,60	—	25,75	—	25,90	—	—	—	26,00	—
50	24,45	—	25,60	—	25,85	—	25,50	—	25,35	—
60	24,37	—	24,70	—	24,95	—	24,95	—	24,95	—
70	24,30	—	24,65	—	24,65	—	24,60	—	24,45	—
80	24,10	—	24,40	—	24,45	—	24,15	—	24,25	—
90	24,05	—	24,25	—	24,30	—	24,10	—	24,05	—
100	23,95	—	24,15	—	24,15	—	24,00	—	23,90	—
110	23,85	—	24,10	—	24,10	—	24,00	—	23,85	—
120	23,80	—	24,10	—	24,10	—	23,95	—	23,80	—
130	—	—	24,00	—	24,00	—	23,90	—	—	—

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	27-12-1955		24-1-1956		31-1-1956		7-2-1956		14-2-1956	
	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg l.	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg l.	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg/l.
0	26,10	—	25,85	7,23	25,65	7,14	25,90	7,27	26,15	7,51
5	26,15	—	25,85	—	25,60	—	25,95	—	26,15	—
10	26,15	—	25,85	7,17	25,60	—	25,95	7,23	26,15	7,49
20	26,15	—	25,85	7,21	25,60	6,94	25,95	7,03	26,15	7,49
30	26,10	—	25,85	7,12	25,60	2,79	25,85	7,12	26,05	7,32
40	26,05	—	25,85	—	24,70	0,80	25,80	7,11	26,05	6,23
50	25,30	—	25,85	7,24	24,25	0	25,80	7,12	25,30	5,61
60	25,05	—	25,80	6,92	24,10	0	25,55	6,12	24,85	1,14
70	24,70	—	24,50	5,90	23,95	0	24,75	1,13	24,70	0,27
80	24,40	—	24,20	4,55	23,95	0	24,50	0	24,50	0
90	24,10	—	24,00	2,20	23,90	0	24,25	0	24,20	0
100	23,95	—	23,90	0	23,85	0	24,05	0	24,00	0
110	23,80	—	23,85	0	23,80	0	24,00	0	23,90	0

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	21-2-1956		28-2-1956		6-3-1956		12-3-1956		20-3-1956	
	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C	O <sub>2</sub> mg/l.
0	26,25	7,41	26,60	7,47	26,55	7,53	26,90	7,61	26,80	7,58
5	26,15	—	—	—	26,45	—	26,80	—	26,80	—
10	26,15	7,46	26,30	—	26,45	—	26,80	7,73	26,80	7,62
20	26,05	7,29	26,30	—	26,45	7,42	26,80	7,75	26,90	7,55
30	25,80	6,61	26,20	7,20	26,45	7,37	26,70	7,35	26,80	7,58
40	25,70	6,19	25,40	5,79	26,35	7,35	26,45	7,01	26,75	7,42
50	25,50	5,93	24,80	1,49	26,25	7,08	25,65	4,77	26,70	7,26
60	25,15	2,02	24,60	0	25,80	6,03	25,05	1,74	25,60	4,86
70	24,70	0,09	24,35	0	25,00	1,39	24,55	0	24,70	0,53
80	24,25	0	24,15	0	24,40	0	24,30	0	24,40	0
90	24,25	0	24,05	0	24,30	0	24,20	0	24,25	0
100	24,10		23,95		24,05		24,10		24,15	
110	23,95		23,85		23,95		24,05		24,10	



TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	28-3-1956		4-4-1956		10-4-1956		18-4-1956		30-4-1956	
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.
0	26,90	7,55	26,45	7,32	27,00	7,57	27,00	7,40	—	—
5	26,80	—	26,45	—	27,00	—	26,90	—	—	—
10	26,80	7,57	26,45	7,29	27,00	7,53	26,90	7,47	—	7,23
20	26,75	7,52	26,45	7,26	27,00	7,51	26,80	7,41	—	7,20
30	26,25	6,37	26,45	7,32	26,70	7,24	26,70	7,32	—	—
40	25,60	3,57	25,60	6,38	26,65	6,29	26,70	7,24	—	7,22
50	25,20	1,74	25,45	2,85	25,95	4,26	25,60	5,10	—	5,46
60	24,90	0,53	24,70	0,17	25,60	3,22	25,10	1,74	—	1,42
70	24,50	0	24,30	0	25,15	0,60	24,60	0	—	0
80	24,35	0	24,20	0	24,60	0	24,25	0	—	0
90	24,25		24,15		24,45		24,15		—	
100	24,15		24,10		24,40		24,05		—	
110	24,15		24,05		24,25		23,95		—	
120	—		—		—		23,85		—	
130	—		—		—		23,85		—	

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	12-5-1956	16-5-1956	23-5-1956	29-5-1956	7-6-1956
	Tempér. C°	Tempér. C°	Tempér. C°	Tempér. C°	Tempér. C°
	O <sub>2</sub> mg/l.	O <sub>2</sub> mg/l.	O <sub>2</sub> mg/l.	O <sub>2</sub> mg/l.	O <sub>2</sub> mg/l.
0	26,60	26,65	26,35	26,30	26,40
5	26,60	26,55	26,40	26,65	26,50
10	26,60	26,55	26,50	26,70	26,55
20	26,60	26,55	26,50	26,65	26,70
30	26,60	26,65	26,50	26,60	26,70
40	26,80	26,70	26,50	26,60	26,70
50	26,70	26,70	26,50	26,60	26,70
60	26,60	25,50	26,50	26,60	26,70
70	25,20	24,90	24,90	25,25	26,70
80	24,70	24,45	24,45	24,90	26,70
90	24,40	24,30	24,25	24,60	26,70
100	24,20	24,20	24,10	24,40	26,65
110	24,15	24,10	24,00	24,35	24,75
120	24,15	24,00	24,00	24,35	24,30
130	—	—	23,90	24,20	24,20
					24,10

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	3-8-1956			7-8-1956			14-8-1956			21-8-1956			28-8-1956		
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°
0	25,15	7,26	25,05	25,10	7,09	25,10	25,10	7,15	25,10	25,10	7,12	25,23	25,23	7,24	25,23
5	25,15	—	25,05	25,10	—	25,10	25,10	—	25,10	25,10	—	25,15	25,15	—	25,15
10	25,15	6,95	25,05	25,10	6,96	25,10	25,10	7,16	25,10	25,10	7,23	25,15	25,15	7,12	25,15
20	25,15	6,97	25,10	25,10	6,94	25,10	25,10	7,12	25,10	25,10	7,18	25,15	25,15	7,02	25,15
30	25,15	7,07	25,10	25,10	7,03	25,10	25,10	7,17	25,10	25,10	7,07	25,15	25,15	7,11	25,15
40	25,15	7,12	25,10	25,10	6,96	25,10	25,10	7,18	25,10	25,10	7,08	25,15	25,15	7,04	25,15
50	25,15	6,97	25,10	25,10	7,08	25,10	25,10	7,12	25,10	25,10	6,19	25,10	25,10	7,05	25,10
60	25,15	7,07	25,10	25,10	6,95	25,10	25,10	7,06	24,50	24,50	1,06	25,05	25,05	6,45	25,05
70	25,15	6,97	25,10	25,10	6,97	25,10	24,70	4,63	24,38	24,38	0	24,40	24,40	2,42	24,40
80	25,15	6,97	25,10	25,10	6,94	24,00	24,00	0	24,20	24,20	0	24,38	24,38	1,65	24,38
90	25,15	6,89	25,05	23,90	6,79	23,90	23,90	0	23,95	23,95	0	24,10	24,10	0	24,10
100	24,65	3,42	24,95	23,85	2,92	23,85	23,85	0	23,85	23,85	0	23,90	23,90	0	23,90
110	24,20	0	24,15	23,80	0,17	23,80	23,80	0	23,75	23,75	0	23,75	23,75	0	23,75
120	24,00	0	23,90	23,75	0	23,75	23,75	0	23,75	23,75	0	23,70	23,70	0	23,70
130	23,80	0	23,90	23,75	0	23,75	23,75	0	23,75	23,75	0	23,65	23,65	0	23,65
140	23,75	0	23,80	23,70	0	23,70	23,70	0	23,70	23,70	0	23,60	23,60	0	23,60
150	23,70	0	23,70	23,70	0	23,70	23,70	0	23,70	23,70	0	23,55	23,55	0	23,55

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	5-9-1956		11-9-1956		21-9-1956		27-9-1956		3-10-1956	
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.
0	—	7,12	25,63	7,43	26,05	8,43	25,75	8,06	25,73	7,65
5	—	7,06	25,30	—	26,00	—	25,75	—	25,80	—
10	—	7,06	25,30	7,35	25,95	8,36	25,75	7,88	25,80	7,72
20	—	7,08	25,40	7,24	25,90	8,16	25,68	7,73	25,80	7,63
30	—	7,04	25,30	7,05	25,80	8,13	25,68	7,60	25,38	7,02
40	—	7,01	25,20	6,74	25,80	7,92	25,68	7,50	24,20	0,45
50	—	7,03	24,45	1,10	25,70	7,79	24,65	3,50	24,10	0
60	—	7,05	24,20	0	24,25	1,36	24,33	0,50	23,90	0
70	—	2,07	24,00	0	24,00	0	24,20	0	23,73	—
80	—	0	23,90	—	23,85	0	23,85	0	23,73	—
90	—	0	23,85	—	23,80	—	23,80	—	23,73	—
100	—	—	23,80	—	23,80	—	23,78	—	23,73	—
110	—	—	23,78	—	23,75	—	23,75	—	23,73	—
120	—	—	—	—	23,75	—	23,70	—	23,73	—
130	—	—	—	—	23,75	—	23,70	—	23,73	—
140	—	—	—	—	23,75	—	23,70	—	23,73	—

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	9-10-1956		16-10-1956		24-10-1956		30-10-1956		6-11-1956	
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.
0	25,73	8,15	25,80	7,35	25,80	7,33	25,20	6,79	25,40	7,08
5	25,65	—	25,80	—	25,85	—	25,20	—	25,40	—
10	25,65	7,70	25,80	7,54	25,80	7,30	25,20	6,81	25,40	7,10
20	25,60	7,62	25,80	7,37	25,80	—	25,20	6,65	25,40	7,06
30	25,60	7,47	24,75	3,18	25,10	5,40	25,20	6,58	25,40	6,99
40	25,10	5,25	24,45	1,36	24,60	2,20	25,15	6,45	25,35	6,82
50	25,10	4,47	24,20	0	24,45	1,55	24,55	3,17	25,35	6,84
60	24,78	3,79	24,05	0	24,05	0,09	24,33	0,39	24,20	0,09
70	24,45	1,76	23,90	0	23,90	0	24,15	0	24,05	0
80	24,15	0	23,80	0	23,85	0	24,00	0	24,00	0
90	24,05	0	23,78	0	23,85	0	23,90	0	23,90	0
100	23,90	0	23,73	0	23,85	0	23,85	0	23,90	0
110	23,73	0	23,73	0	23,83	0	23,80	0	23,90	0
120	23,65	0	23,73	0	23,75	0	23,75	0	23,85	0
130	23,65	0	23,73	0	23,75	0	23,75	0	23,80	0
140	23,65	0	23,73	0	23,75	0	23,75	0	23,75	0
150	—	—	—	—	—	—	—	—	23,75	—



TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	13-11-1956		20-11-1956		27-11-1956		5-12-1956		12-12-1956	
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.
0	25,50	6,98	25,78	7,26	25,90	7,37	25,88	7,48	25,88	7,36
5	25,40	—	25,73	—	25,90	—	25,80	7,47	25,73	—
10	25,40	7,00	25,73	7,40	25,90	7,48	25,80	7,48	25,73	7,41
20	25,33	7,01	25,73	7,36	25,90	7,50	25,80	7,42	25,73	7,34
30	25,33	6,94	25,73	7,21	25,90	7,47	25,73	7,11	25,73	7,33
40	25,33	6,89	25,73	7,20	25,90	7,61	25,35	6,50	25,73	7,31
50	25,33	6,95	25,20	6,63	25,08	5,38	24,33	2,38	25,00	3,86
60	24,38	0,86	24,90	3,66	24,70	2,80	24,15	0	24,78	2,42
65	—	0,09	—	—	—	—	—	0	—	—
70	24,00	0	24,45	0,96	24,53	1,78	24,10	—	24,38	0,42
75	—	0	—	0,16	—	—	—	—	—	0
80	23,90	—	24,38	0	24,23	0,43	24,00	—	24,10	0
90	23,85	—	24,25	0	24,00	0	23,85	—	23,90	—
100	23,80	—	24,20	—	23,90	—	23,80	—	23,80	—
110	23,80	—	24,10	—	23,85	—	23,80	—	23,78	—
120	23,75	—	24,00	—	23,80	—	23,80	—	23,75	—
130	23,75	—	23,85	—	23,78	—	23,75	—	23,75	—
140	23,75	—	23,80	—	—	—	23,75	—	23,70	—
150	23,75	—	—	—	—	—	—	—	23,70	—

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	19-12-1956		26-12-1956		2-1-1957		8-1-1957		15-1-1957	
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.
0	25,80	7,34	25,78	7,31	25,85	7,25	25,78	7,28	25,90	7,29
5	25,78	—	25,78	—	25,85	—	25,73	—	25,90	—
10	25,73	7,28	25,78	7,21	25,85	7,26	25,73	7,27	25,90	7,31
20	25,73	7,21	25,78	—	25,73	7,25	25,73	7,29	25,90	7,24
30	25,73	7,16	25,78	7,21	25,73	7,09	25,73	7,18	25,90	7,32
40	25,73	7,18	25,78	7,20	25,73	6,84	25,73	7,17	25,90	7,34
50	25,65	7,15	25,78	7,03	25,38	5,08	25,30	5,64	25,90	7,31
60	24,45	1,25	25,78	7,11	24,45	0,75	24,68	2,31	24,90	4,11
70	24,10	0	24,38	2,45	24,15	0	24,28	0	24,28	0
80	23,95	0	24,15	0	23,95	0	24,00	0	24,10	0
90	23,80		23,95	0	23,85		23,90		24,00	
100	23,78		23,85		23,78		23,80		23,95	
110	23,68		23,85		23,75		23,75		23,95	
120	23,65		23,78		23,75		23,75		23,85	
130	23,60		23,78		23,65		23,75		23,80	
140	23,60		23,75		a3,65		23,75		23,80	
150	23,55		23,75		—		23,75		23,80	

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	22-1-1957		29-1-1957		4-2-1957		12-2-1957	
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.
0	25,80	7,13	25,80	7,28	25,70	7,35	25,65	7,40
5	25,80	—	25,85	—	25,75	—	25,65	—
10	25,80	7,29	25,85	7,35	25,75	7,26	25,65	7,37
20	25,80	7,26	25,85	7,19	25,75	7,24	25,50	7,08
30	25,80	7,17	25,80	7,22	25,75	7,06	25,20	3,48
40	25,75	6,98	25,80	7,12	25,75	6,97	24,65	1,42
50	25,25	4,57	25,45	4,46	25,40	4,39	24,15	0,17
60	24,50	0,26	24,75	2,46	25,10	2,45	24,05	0
60	24,35	0	24,60	—	24,85	—	23,95	0
70	24,18	0	24,50	0,52	24,55	0,17	23,85	0
75	24,10		24,35	0,22	24,32	0	23,82	
80	24,05		24,18	0	24,10	0	23,80	
90	23,90		24,05	0	24,00		23,80	
100	23,85		23,95		23,90		23,75	
110	23,80		23,85		23,85		23,70	
120	23,75		23,85		23,75		23,70	
130	23,70		23,80		23,75		23,70	
140	23,65		23,70		23,75		23,70	
150	23,65		23,70		23,70		23,65	

TABLEAU I (Suite)

Profondeur en m.	19-2-1957		26-2-1957	
	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.	Tempér. C°	O <sub>2</sub> mg/l.
0	26,00	7,62	25,80	7,52
10	26,05	7,64	25,85	7,48
20	25,95	7,31	25,95	7,52
30	25,75	7,33	25,95	7,59
40	25,70	7,25	25,75	7,15
50	25,40	5,09	25,50	5,69
60	25,10	2,50	25,15	2,86
70	24,50	0,09	24,75	1,13
75	24,30	0	24,70	—
80	24,18	0	24,60	0,26
85	24,00		24,45	0
90	23,90		24,30	0
100	23,85		24,13	
110	23,75		24,00	
120	23,75		23,90	
130	23,70		23,90	
140	23,70		23,90	
150	23,70		23,80	

### 3. Transparence.

Les eaux du lac Tanganika comptent parmi les plus limpides de toutes celles des lacs africains. En effet, au large, les eaux présentent souvent une transparence supérieure à 20 m, la moyenne au cours de l'année se trouvant cependant aux environs de 15 m. La couleur des eaux au large est franchement bleue, correspondant au no 2 de l'échelle de Forel. Bien entendu aux abords des grands affluents comme la Ruzizi et la Mutambala, il y a une forte diminution de la transparence et passage de la couleur bleue de l'eau à la couleur brune, ceci dû à l'apport de sédiments boueux charriés par ces rivières et déversés dans le lac.

Pendant la présence des algues de la „fleur d'eau" à la surface du lac, la transparence diminue naturellement très fort, pour, à certains endroits de concentration de ces algues être totalement nulle, la surface du lac étant recouverte d'un véritable tapis vert foncé.

La transparence a été mesurée au disque de Secchi, mais nous avons pu nous rendre compte „de visu" qu'à 50 m. de profondeur il est encore très possible de lire un texte. Nous en avons fait l'expérience de nombreuses fois, Mr. G. MARLIER et nous-même, au cours de plongées sous-marines effectuées hebdomadairement depuis 1953, à l'aide du scaphandre autonome „Cousteau"; et c'est en employant un carreau de céramique blanche et un crayon que nous communi-

TABLEAU II: MESURE DE LA TRANSPARENCE

Dates	Transparence	Dates	Transparence	Dates	Transparence
24-11-1955	7.00 m	12- 5-1956	15.75 m	30-10-1956	7.10 m
29-11-1955	6.25	16- 5-1956	14.80	6-11-1956	10.45
6-12-1955	7.50	23- 5-1956	17.40	13-11-1956	13.10
13-12-1955	7.80	29- 5-1956	19.50	20-11-1956	15.50
24- 1-1956	8.70	7- 6-1956	19.45	27-11-1956	16.20
31- 1-1956	10.20	3- 8-1956	14.85	5-12-1956	14.60
7- 2-1956	12.25	7- 8-1956	12.30	12-12-1956	14.80
14- 2-1956	14.25	14- 8-1956	13.50	19-12-1956	17.05
21- 2-1956	13.40	21- 8-1956	13.80	26-12-1956	18.30
28- 2-1956	15.90	28- 8-1956	16.20	2- 1-1957	17.50
6- 3-1956	20.30	5- 9-1956	16.10	8- 1-1957	17.05
12- 3-1956	14.30	11- 9-1956	15.35	15- 1-1957	16.05
20- 3-1956	13.75	21- 9-1956	4.80	22- 1-1957	17.60
28- 3-1956	18.80	27- 9-1956	8.60	29- 1-1957	17.60
4- 4-1956	16.80	3-10-1956	8.95	4- 2-1957	—
10- 4-1956	18.70	9-10-1956	5.65	12- 2-1957	13.35
18- 4-1956	20.30	16-10-1956	7.55	19- 2-1957	14.85
30- 4-1956	13.20	24-10-1956	7.30	26- 2-1957	16.60

N.B.: Chaque résultat de transparence est la moyenne de 6 mesures, dont 3 en descendant le disque et 3 en le remontant.

quons et que nous notons nos observations sous l'eau. A de telles profondeurs, l'eau, tout en étant très limpide, prend une couleur sombre gris-bleuâtre ainsi d'ailleurs que les roches et les nuées de poissons qui nous entourent.

## RESUME

Nous décrivons dans ce travail l'évolution de la température de l'oxygène dissous et de la transparence dans le bassin N. du lac Tanganika.

La température de l'eau ne subit des fluctuations intéressantes au cours de l'année que dans les 100 premiers mètres de la surface. Les eaux du Tanganika offrent une température élevée jusqu'à ses plus grandes profondeurs; à 1.400 m. la température de l'eau est encore de 23.35° C. La température des eaux superficielles dépend de l'insolation journalière et les variations saisonnières n'affectent qu'une épaisseur d'eau d'une centaine de mètres. La couche oxygénée de l'eau est très faible par rapport aux énormes profondeurs du lac. Dans le bassin N. elle varie au cours de l'année entre les extrêmes de 45 m. et de 115 m.; la plupart du temps la limite de l'oxygène dissous se situant à 75—80 m de profondeur.

Les eaux superficielles sont fortement oxygénées, leur teneur en



oxygène dissous oscille autour de 100 % de saturation, jusqu'au thermocline elles sont encore oxygénées à 80—90 %.

Le thermocline est toujours plus haut que la limite de l'oxygène dissous et ne présente absolument pas une barrière biologique comme c'est le cas dans la plupart des lacs des régions tempérées.

La transparence des eaux du lac Tanganika est considérable, elle atteint souvent 20 m; la moyenne au cours de l'année se situant aux environs de 15 m.

## SUMMARY

The author describes the temperature, oxygen and transparency conditions in the Northern basin of Lake Tanganyika.

The fluctuations in the temperature of the waters in the course of the year is of interest only down to a depth of 100 m.

The temperature of water in Lake Tanganyika is high even in the greatest depths; at 1.400 m depth the temperature of the water is still 23.35° C. The temperature of surface water depends on the daily solar radiation. The influence of seasonal variations is felt only down to a depth of about one hundred meters.

The oxygenated layer of water is very thin in comparison with the very great depth of the lake. In the northern basin, this layer varies in thickness between 45 and 115 m, the limit of dissolved oxygen being at a depth of about 75 m most of the time.

The oxygen concentration in superficial waters is very high and nearly reaches the saturation point. Down to the thermocline point, the concentration is still 80—90 %. The thermocline is always higher than the limit of dissolved oxygen, it does not at all constitute a biological barrier as it does in most lakes in temperate climates. The waters of Lake Tanganyika are very transparent, their transparency often reaches the depth of 20 m, the average for the year being 15 m.

## REMERCIEMENTS

Il nous est agréable d'exprimer ici notre gratitude envers Monsieur G. MARLIER, Chef du Centre d'Uvira pour l'intérêt constant et les conseils judicieux qu'il n'a cessé de nous prodiguer au cours de ce travail. Nous remercions également Monsieur N. LELEUP pour l'amabilité avec laquelle il a accepté de reproduire pour la publication, le plus important des graphiques de cette note.

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. CAPART, A. - 1952 - Exploration hydrobiologique du lac Tanganika (1946—47) Le milieu géographique et géophysique Vol. I (Bruxelles). Inst. Royal Sciences Naturelles de Belgique.
2. CAPART, A. - 1949 - Sondages et carte bathymétrique du lac Tanganika Vol. II - Fasc. 2. Inst. Royal Sciences Naturelles de Belgique.
3. KUFFERATH, J. - 1952 - Exploration hydrobiologique du lac Tanganika (1946—47) Le milieu biochimique. Vol. I (Bruxelles) Inst. Royal Sciences Naturelles de Belgique.
4. DAMAS, H. - 1937 - Recherches hydrobiologiques dans les lacs Kivu, Edouard et Ndalaga. Fasc. I - Exploration du Parc National Albert Mission DAMAS (1935—1936). Inst. Parcs Nationaux du Congo Belge.
5. DAMAS, H. - 1954 - Etude limnologique de quelques lacs Ruandais. Fasc. II: Etude thermique et Chimique. Inst. Royal Colonial Belge - Sc. Naturelles et méd.
6. BEAUCHAMP, R. S. A. - 1939 - Hydrology of Lake Tanganyika. *Int. Rev. Hydrobiologie*. XXXIX. 316—353.
7. BEAUCHAMP, R. S. A. - 1940 - Chemistry and Hydrography of Lakes Tanganyika and Nyasa. *Nature*. CXLVI, 253—256.
8. BEAUCHAMP, R. S. A. - 1946 - Lake Tanganykia. *Nature*, CLVII, 183—184.
9. VAN MEEL, L. - 1953 - Contribution à l'étude du lac Upemba A- le milieu physico-chimique, Fasc. 9 Exploration du Parc National de l'Upemba Inst. Parcs Nationaux du Congo Belge.
10. WORTHINGTON, E. B. & BEADLE, L. C. - 1932 - Thermoclines in tropical Lakes. *Nature* CXXIX.
11. DUSSART, B. - 1954 - Température et mouvement des eaux dans les lacs. Annales Station Centrale d'hydrobiologie appl. Tome V, Paris.

# Une nouvelle espèce d'Euglène, *Euglena Penardii*

par

P. BOURRELLY

Nous avons reçu de Camargue (leg. TALLON) une série de jeunes plantes de riz en fort mauvais état, la base des petites tiges étaient enrobées dans un voile épais de Cyanophycées, *Phormidium* et *Oscillatoria* et dans l'eau nageaient de très nombreux individus d'une Euglène dont nous avons fait une espèce nouvelle: nous sommes heureux de la dédier à la mémoire du grand protistologue E. PENARD.

Cette Euglène est, pendant la nage, assez régulièrement fusiforme; la partie antérieure est tronquée obliquement, la partie la plus large est située un peu en deçà du milieu du corps, tandis que la partie inférieure s'effile régulièrement en un cône aigu.

La métabolie est assez peu marquée; il ne s'agit pas d'une forme rigide comme *Euglena acus* par exemple, mais les cellules ne se mettent pourtant jamais complètement en boule, elles se contractent et prennent habituellement une forme turbinée ou en oignon. Les cellules en nage atteignent: 63—68  $\mu$  de longueur pour une largeur de 14 à 17  $\mu$  le flagelle est court, il mesure une trentaine de  $\mu$ , soit la moitié de la longueur du corps. Ce fouet, qui possède un photocepteur et la „double racine” commune à tant d'Euglènes, sort d'un réservoir collecteur de forme normale. Mais l'orifice vestibulaire en position légèrement ventrale, se prolonge par un sillon flagellaire bien marqué. Ce sillon atteint une trentaine de  $\mu$  de longueur, il suit les stries hélicoïdales de la membrane et sa profondeur diminue rapidement. Le fouet au repos est situé dans ce sillon. La cuticule de l'Euglène est très nettement striée. Cette nov. espèce présente un petit nombre de plastes pariétaux discoïdes à bords irrégulièrement incurvés. Chaque plaste, de couleur vert - jaunâtre, a en son centre, un gros diplopyrénoïde. Enfin on observe de petits grains de paramylon, en courts bâtonnets de 2—3  $\mu$  ou en petits anneaux. Un stigma rouge de petite taille, coiffe le sommet du réservoir. Le noyau est central et n'offre aucune particularité digne d'être signalée. La solution iodo-iodurée

fait apparaître des corps mucifères sphériques, colorés en brun acajou. Ces corpuscules sont disposés sans ordre, mais sont nettement plus nombreux aux deux extrémités du corps. Avec l'iode leur cortex est brun-acaïou, tandis que la partie centrale est à peine jaune. Les colorants vitaux, bleu de crésyle, rouge neutre, restent sans action sur ces corps mucifères.

Voyons de quelles espèces nous pouvons rapprocher *Euglena*

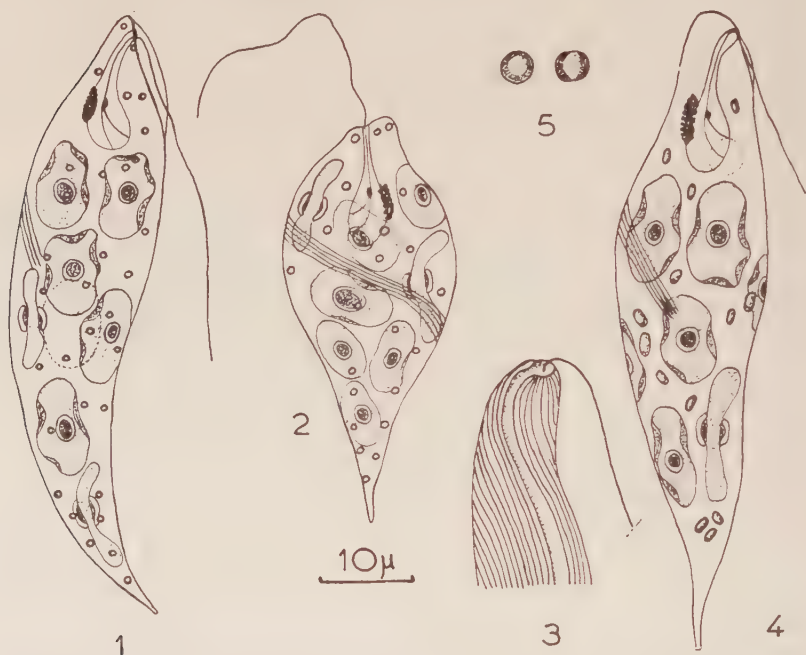


Fig. 1. *Euglena Penardii* après l'action de la solution iodo-iodurée: les grains de paramylon ne sont pas figurés; l'emplacement du noyau est indiqué par son contour pointillé.

Fig. 2. Une autre cellule tuée par la solution iodo-iodurée en métabolie.

Fig. 3. partie apicale montrant le sillon prévestibulaire.

Fig. 4. une cellule dessinée sur le vivant: corps mucifères invisibles, quelques grains de paramylon.

Fig. 5. détail très grossi de 2 corps mucifères iodophiles avec cortex brun-acaïou et centre jaune-clair.

### *Penardii*.

Nous avons maintenant grâce aux beaux travaux récents de HUBER PESTALOZZI, GOJDICS, CONRAD et VAN MEEL, PRINGSHEIM, toute une gamme de monographies qui permettent de déterminer sinon facilement, tout au moins plus aisément les diverses espèces d'Euglènes. Malheureusement ces divers auteurs ne sont pas toujours d'accord, et

certaines espèces, acceptées par les uns, sont déclarées synonymes pour d'autres. Pourtant tous ces algologues reconnaissent la valeur systématique des caractères suivants: morphologie des plastes, degré de métabolie, forme du paramylon. Personnellement nous croyons que la forme, la disposition, le mode de coloration des corps mucifères apporte un élément de choix dans la discrimination des espèces, élément dont trop souvent l'importance est méconnue ou niée. Nous sommes persuadé qu'il s'agit là d'un excellent et important caractère spécifique.

Les espèces d'Euglènes à corps mucifères iodophiles sont peu nombreuses et seuls *E. archaeoplastidiata* et *E. mutabilis* ont de tels corpuscules non colorables d'ailleurs par les colorants vitaux. Le sillon prévestibulaire, comparable à celui signalé par CHADEFAUD chez *E. sulcifera*, est un caractère plus difficile à observer et qui se retrouve chez diverses espèces. Au sujet de l'*E. sulcifera* remarquons que PRINGSHEIM (1956) la considère comme synonyme de *E. polymorpha* Dangeard, pourtant la première espèce est dépourvue de tout corps mucifère, tandis que la seconde possède ces corpuscules vitalement colorables.

Notre espèce est à rapprocher d'*E. sulcifera* dont elle a les plastes et le sillon, mais en diffère par les dimensions et la forme générale, ainsi que par la longueur du fouet et les corps mucifères.

*E. Penardii* est voisin d'*E. thinophila* SKUJA (1939). Même forme, mêmes dimensions, mais *E. thinophila* a un fouet plus long, pas de sillon, une striation très fine peu visible. PRINGSHEIM (1950) indique, avec beaucoup de vraisemblance, que *E. thinophila* doit rentrer dans le cadre de *E. anabaena*, espèce voisine, dépourvue de sillon et de corps mucifères et possédant un flagelle dépassant la longueur du corps.

On peut rapprocher aussi *E. Penardii* de l'*Euglena exilis* GOJDICS. Cette espèce n'a pas de sillon, possède des plastes lobés et des corps mucifères colorables vitalement. Ce dernier caractère la sépare d'ailleurs nettement d'*E. anabaena*. Nous avons donc une série d'Euglènes assez voisines par la taille, la forme de la cellule, la structure des plastes, la longueur du fouet mais qui se différencient par la nature de leurs corps mucifères:

1. *Euglena anabaena* et *thinophila*: pas de corps mucifères
2. *E. exilis*: corps mucifères colorables par le rouge neutre et le bleu de crésyle.
3. *E. Penardii*: corps mucifères iodophiles.

L'*Euglena sulcifera* CHADEFAUD s'éloigne un peu des 3 espèces précédentes et se rapproche par sa forme du groupe formé par *E. polymorpha*, *caudata*, *granulata* mais son absence de corps mucifères permet de la considérer comme une bonne espèce.



Comme on le voit par ce rapide tour d'horizon, il semble bien que cette Euglène des rizières de Camargue soit une espèce nouvelle.

#### BIBLIOGRAPHIE

- CHADEFAUD, M. - 1944 - Une Euglène à sillon prévestibulaire ventral. *Bull. Soc. Bot. France*, 91, 4—6, 115—117.
- 1944 - Les mitochondries des Euglènes. *Bull. Soc. Bot. France* 91, 7—8, 174—176.
- CONRAD, W. & VAN MEEL, L. - 1952 - Matériaux pour une monographie de *Trachelomonas*, *Strombomonas* et *Euglena*, genres d'Euglenacées. *Inst. Roy. Sc. nat. Belgique*, mémoire n° 124, 176 p., 19 pl.
- GOJDICS, M. - 1953 - The genus *Euglena*. 1 vol., 268 p. 39 pl., Madison, Univ. Wisconsin press.
- HUBER-PESTALOZZI, G. - 1955 - Das Phytoplankton des Süßwassers, 4. Teil. *Die Binnengewässer*, 16, 4, 606 p., 114 pl.
- PRINGSHEIM, E. G. - 1956 - Contribution towards a monograph of the genus *Euglena*. *Nov. act. Leopold. N.F.* 18, 125, 168 p., 44 fig.

Laboratoire de Cryptogamie de  
Muséum National d'Histoire Naturelle,  
Paris.

# The Oxygen consumption of *Theodoxus fluviatilis* (L.) and *Potamopyrgus jenkinsi* (Smith) in brakish and fresh water

by

JØRGEN LUMBYE

(Freshwater-biological Laboratory, University of Copenhagen)

## CONTENTS

I	Introduction .....	245
II	Materials and methods.....	247
III	Oxygen consumption at different oxygen contents of the water.....	250
IV	Oxygen consumption at different temperatures .....	254
V	Oxygen consumption in brakish and fresh water ...	257
VI	Summary .....	260
VII	References .....	261

## INTRODUCTION

It is known that the molluscs are predominantly marine animals and that only two groups — *Lamellibranchiata* and *Gastropoda* — are represented in fresh water.

*Theodoxus fluviatilis* (L.) belongs to a family (*Neritidae*) which chiefly consists of marine species. According to HUBENDICK (1947, p. 536) it is supposed that *T. fluviatilis* has immigrated into the southern part of Sweden during the last phase of the Littorina Sea — (the change from the Atlantic to the Sub-Boreal period). Probably it appeared in Scandinavia earlier. EHRMANN (1914, p. 133) and THIENEMANN (1950, p. 309) mention finds of *T. fluviatilis* and other freshwater snails from the second part of the early interglacial period

(Günz-Mindel interglacial period). Even though *T. fluviatilis* has emigrated from salt to fresh water comparatively late, it is beyond doubt that it appears in fresh water long before *Potamopyrgus jenkinsi*.

*Potamopyrgus jenkinsi* (SMITH) was first found in brackish water (15—20‰ salinity) in Denmark in 1915 (JOHANSEN, 1918). Not until 1945 and 1946 do we know the first fresh water localities (BONDESEN & KAISER, 1949). Thus the immigration of the species into fresh water is of a relatively late date. The distribution of *P. jenkinsi* in brackish water and its appearance in fresh water in the northern part of Europe are best explained from a spreading-ecological point of view. BOETTGER (1931, pp. 265—267) writes that the species does not belong to the genus *Hydrobia* but shows great similarity to the *Potamopyrgus*. HUBENDICK (1950) has given a map showing the distribution of the species in north-western Europe. According to BOETTGER (1951, p. 59) *P. jenkinsi* should be closely related to *Potamopyrgus badia* GOULD. *P. badia* appears on the south-island of New Zealand. Most likely *P. jenkinsi* has been transported by the shipping trade from New Zealand to England (the mouth of the Thames) at the beginning of the nineteenth century. At the end of the nineteenth century it has spread from there to most of England and to great parts of western Europe both in brackish and fresh water. BOETTGER (1951, p. 79) writes: „In ihrer neuseeländischen Heimat ist *P. badia* eine Süßwasserschnecke. Über ihr Vordringen ins Brackwasser liegen keine Angaben vor. Dass die Schnecke in Europa zuerst in Brackwasser mit geringer Salzkonzentration gefunden wurde, hängt anscheinend mit ihrer Verschleppung durch den überseeischen Schiffsverkehr zusammen. Sie besiedelt jetzt zunehmend auch das Süßwasser des Binnenlandes”.

Another hypothesis regarding the quick distribution of *P. jenkinsi* in brackish water has been put forward by STEUSLOFF (1927) and has been adopted by SPÄRCK (1936). According to this hypothesis *P. jenkinsi* should be an ecological race, which develops from *Hydrobia ventrosa* (MONTAGU) when the water of the habitat becomes too brackish.

In the book “Osmotic regulation in aquatic animals” AUGUST KROGH (1939, pp. 53—54) writes: “Within these classes, *Lamelli-branchiata*, *Gastropoda*, the migration of forms from the sea through estuaries into rivers has been going on from the earliest geological periods and is still in progress, so that a study of the adaptive modifications ought to be feasible”. “In this species (*P. jenkinsi*), there must be an active regulation, and it would be interesting to see if the fresh-water individuals represent a physiological race with a more highly developed power of osmotic regulation”.

## MATERIALS AND METHODS

*Theodoxus fluviatilis* was collected in Ringkøbing inlet (1 km NW of Velling church). The water of the locality is brackish:

Date of taking water-sample	Cl <sup>-</sup> g./l	Salinity, ‰
27-4-1956	4.9	8.9
26-6-1956	5.4	9.8
26-7-1956	6.1	11.1
26-7-1956	6.1	11.1
26-7-1956	6.1	11.0

The animals were taken at a depth of c. 30—50 cm, all sitting on stones. The species was collected in fresh-water in Borre Lake (Middle of Jutland). The animals were likewise found on stony ground of c.  $\frac{1}{2}$  m depth.

*Potamopyrgus jenkinsi* was collected in the same locality of brackish water as *T. fluviatilis* (Ringkøbing inlet). In fresh-water the species was taken in the marl-pit at Kolstrup (c. 7 km east of Ringkøbing inlet near the railway station of Lem). The locality consists of 3 marlpits about 100 m from each other, called North, South and North West according to their position. *Potamopyrgus jenkinsi* was first observed in the southern marlpit in 1947 and later — in 1949 — found in the northern part, but it was not found in the north-western marlpit; nor could it be found in this part of the locality in 1956. For the experiments *P. jenkinsi* was taken in Kolstrup marlpit North. Normally the locality has a fresh-water fauna without any brackish water elements. The Cl-content is low (31 mg/l Cl) and the content of calcium is high (90 mg/l CaO and MgO) (BONDESEN & KAISER, 1949, pp. 272—273).

The oxygen determinations were made according to a polarometric method; the polarometer is the same as used and described by Professor KAJ BERG (1953, p. 333). Measuring in fresh-water it is necessary to damp an undesired deflection of the galvanometer. For this purpose a solution (0.15 %) of tylose (methylcellulose) in distilled water is used. 3 drops are added to the water in the analysis bottle. On measurement in brackish water it is not necessary to add tylose, but in order not to interrupt the routine treatment of the analysis bottle containing fresh-water, 3 drops of tylose were also added when the analysis bottle contained brackish water.

Before a measurement of the oxygen content of water can be carried out, a calibration curve, a straight line, showing the relation

between known values of oxygen pressures in water and deflections of the galvanometer, has to be constructed experimentally. Later on, by means of this calibration curve, unknown oxygen contents corresponding to observed oscillations of the galvanometer are determined.

After collection the animals were put in a Dewar vessel, brought to the laboratory and placed in aerated water in a thermostat at the same temperature and with the same water as the locality. The usual variation of the temperature of the thermostat was  $0.1^{\circ}\text{C}$ . The transport from the two localities (Ringkøbing inlet - Kolstrup North) to the laboratory lasted c. 6 hours. The locality in Borre Lake is c. half an hour's sailing from the laboratory.

Each experiment included individuals of the same size (live weight), the number depending on the size. The respiration of both small and large individuals was measured.

The experiments were made in closed respiration chambers, that is, bottles containing 4—6 ml (used in experiments with *T. fluviatilis*) and 2—3 ml (used in experiments with *P. jenkinsi*). The exact volume of the bottles was known. The oxygen content of the water was measured before the experiments. During the experiment the bottle was placed in darkness in circulating water in a thermostat at the desired temperature. The duration of an experiment was 1 hour; no narcotisation was used. After the experiment the water in the respiration bottle was carefully poured into the analysis bottle and the oxygen content was measured. It has been shown that the oxygen absorption during the decantation is so small that it is negligible, see BERG, LUMBYE & OCKELMANN (1957). With this method the animals do not touch the mercury and can again be used for experiments. The decrease of the oxygen content during the experiment was up to c. 70% of the air saturation. The difference between the two oxygen determinations is the oxygen consumed.

The animals were dried on filter paper and then weighed. After this *T. fluviatilis* was killed in boiling water, shell and lid were dried and weighed. After the first weighing *P. jenkinsi* was put into water containing the enzyme pepsin in order to make the soft parts decompose, thus only shell and lid were left (the putrefactive process lasted c. 1—2 months, depending on the room-temperature). Shell and lid were then dried and weighed. The difference between the first and last weighing is the weight of the tissues or the live weight of the animals.

The fresh water used in the respiration bottles was filtered water from Borre Lake, whereas the water of the brackish locality was filtered and used in the respiration bottles on measurement of the animals from Ringkøbing inlet.



Each point on Figs. 2—7 indicates a series of 5 separate measurements. The animals used for this series of measurements vary in size and weight, but all the individuals, which are in the same respiration bottle during the experiment also have the same size. The number of animals in the respiration bottles varies from 2—13 for *T. fluviatilis* and from 3—18 for *P. jenkinsi*. Altogether about 25 individuals were used for these 5 separate measurements.

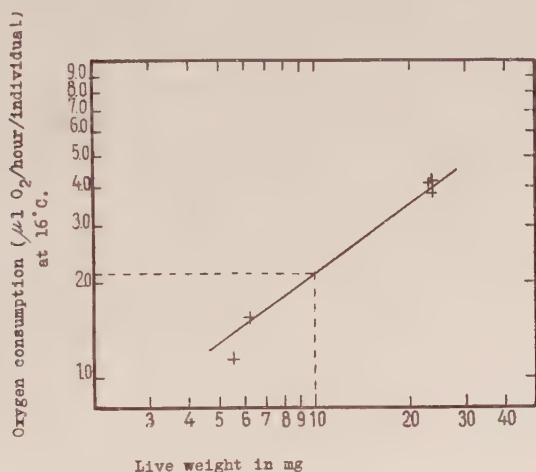


Fig. 1. The figure shows how much the oxygen consumption ( $\mu\text{l O}_2/\text{hour}/\text{individual}$ ) has been for an animal of 10 mg (in this case  $21.2 \mu\text{l O}_2/\text{hour}/\text{individual}$ ) at  $16^\circ\text{C}$ . The slope of the line relating oxygen consumption to live weight is 0.73. A logarithmic scale has been used on both axes.

The results of a series of 5 measurements are shown in Fig. 1, where the oxygen consumption is plotted along the ordinate and the live weight of the individuals along the abscissa, both on a logarithmic scale. When the relation of oxygen consumption to weight is illustrated in this way a curve showing this relationship will be a straight line with the slope  $n = 0.73$  ( $n$  — the power of the weight of the organisms, to which the metabolism is proportional), see HEMMINGSEN (1950, pp. 8—11) and BERG (1952, p. 241, 1953, p. 336);  $n$  will be the tangent of the angle at which the straight line representing the function is inclined to the axis of the abscissa.

In Fig. 1 is shown the oxygen consumption of an animal of 10 mg, the consumption is  $21.2 \mu\text{l O}_2/\text{hour}/\text{individual}$ . In Figs. 2—7 animals with different weights have been selected, but always in such a way that in the same curve the chosen animals have the same weight.

As to how much the exactness of the determination of oxygen consumption is influenced by the volume of the experimental ani-

imals, and as to how exactly the polarometer is able to measure, see BERG, LUMBYE & OCKELMANN (1958).

## OXYGEN CONSUMPTION AT DIFFERENT OXYGEN CONTENTS OF THE WATER

*T. fluviatilis* from fresh water has previously been examined. The animals were collected in Borre Lake. They were all sitting on stones in c.  $\frac{1}{2}$  metre of water in the littoral zone. The temperature during the experiments ranged between 17°—22° C.

Water saturated with N<sub>2</sub> (the nitrogen-container contained 98.1 % N<sub>2</sub>) was mixed with water aerated with atmospheric air. The size of the mixing-bottle was 650 ml. In this way water of the various oxygen concentrations desired was produced. 1 hour before the experiment the animals were placed in a bottle of about 12 ml, containing water with the quantity of oxygen with which they were measured later on. At the same time as the experiments were started, two other bottles of 4—6 ml were closed; these contained water with the same oxygen percentage as the one with which the animals start. A more exact determination of the oxygen percentage in the mixing-bottle could thus be made by means of the polarometer. The remaining part of the procedure is as for the later experiments.

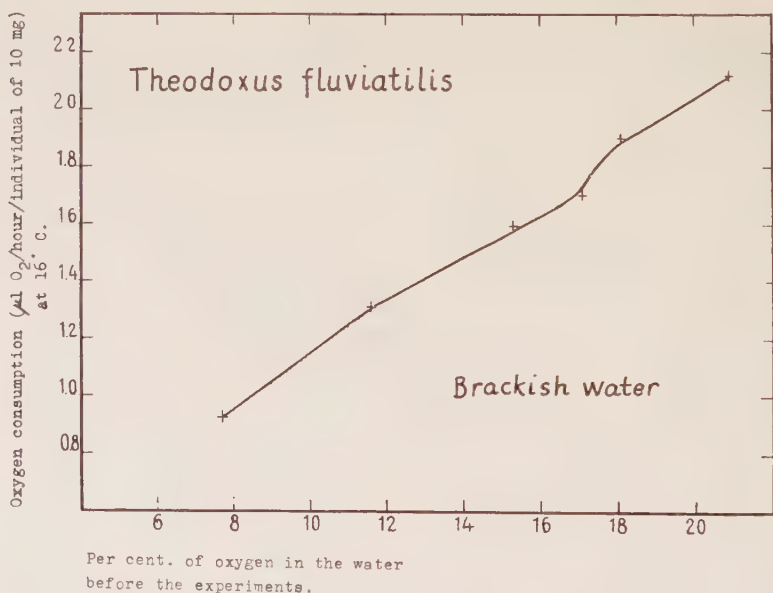


Fig. 2 *Theodorus fluviatilis* from brackish water. Oxygen consumption in relation to the water's oxygen per cent when the experiments start.

In later experiments with *T. fluviatilis* — contrary to earlier practice — an air-container with an oxygen content of 7.7, 11.6, 15.3, 17.1 and 18.1 %  $O_2$  respectively was used; in addition 20.9 %  $O_2$ , the oxygen content of the air.

The brackish water locality — Ringkøbing inlet — had a temperature of 16.2° C on the shore and 15.5° C at  $\frac{1}{2}$  m depth when the animals were collected. The fresh water locality — Kolstrup marlpit North — had a temperature of 15.5° C at the time of collection. After collection the animals were brought to the laboratory in a Dewar vessel. In the laboratory they were placed in a thermostat at 16.0° C, in bottles containing water from the locality which had been aerated. The animals remained in the thermostat for c. 17 hours until the experiments were started. Then they were taken up and the shells purified of algae, if any. Then the animals were placed in water, which was aerated for 1 hour with the  $O_2$  % at which they were to be measured later. In this way a certain adaptation to the  $O_2$  % in question is supposed to be obtained. After this time of adaptation of 1 hour, the animals were transferred to the respiration bottles, which were filled up with water containing the same  $O_2$  % as was present during the time of adaptation. The further proceedings of measuring, weighing etc. are the same as described earlier. Since the animals were not damaged or in other ways suffered any injury during the experiment, they could be used again. First they were measured at 20.9 %  $O_2$ , later the same animals were adapted to be measured at 17.1 %  $O_2$ , and finally at 11.6 %  $O_2$ . In the same way another group of animals were used at 18.1, 15.3 and 7.7 %  $O_2$ .

The respiration experiment was not started until the animals were

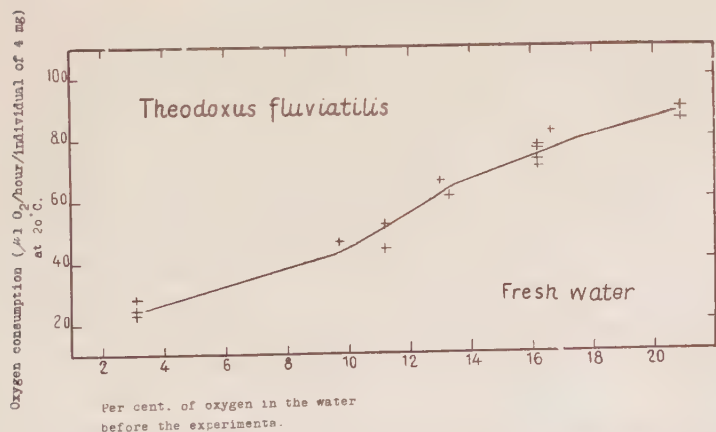


Fig. 3. *Theodorus fluviatilis* from fresh water. Oxygen consumption in relation to the water's oxygen per cent when the experiments start.

out of their houses and were sitting on the inner side of the bottle. When all the animals were out the water was carefully changed and the experiment was started. If the experiment was started before the animals were out of their houses, there was a risk that they would keep closed and so not use any of the oxygen, but would instead incur an oxygen debt.

The result is indicated in Figs. 2, 3, 4 and 5. The oxygen consumption at 16° C is plotted along the ordinate, and the water's oxygen per cent when the experiment started, along the abscissa.

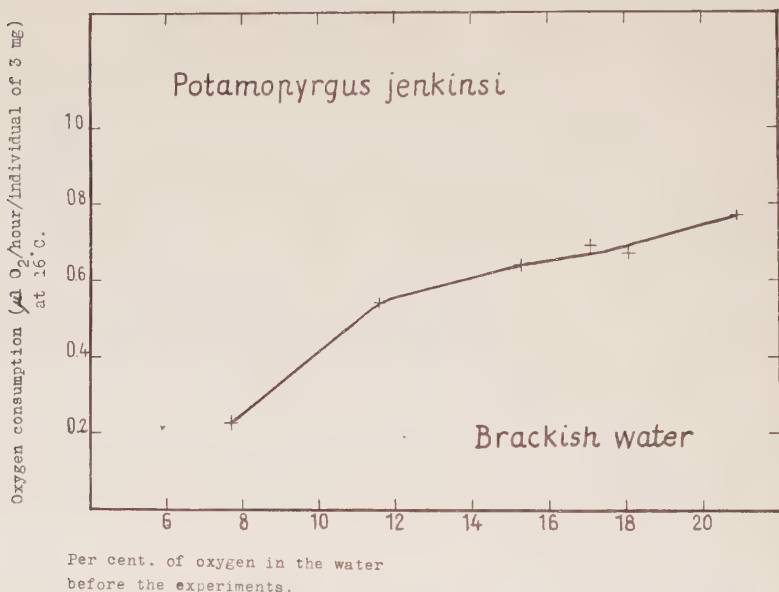


Fig. 4. *Potamopyrgus jenkinsi* from brackish water. Oxygen consumption in relation to the water's oxygen per cent when the experiments start.

For *T. fluviatilis* in brackish and fresh water it is seen that it is unable to keep the oxygen consumption constant with a falling oxygen percentage of the water. The result for *P. jenkinsi* likewise shows that the oxygen consumption falls as soon as the oxygen content in the respiration water decreases. For *P. jenkinsi* from brackish water there is, however, a certain tendency towards a slower fall in oxygen consumption as long as the O<sub>2</sub> % of the water before the experiment exceeds 11.6 % O<sub>2</sub>; only below this value a greater decrease appears.

The oxygen consumption at different oxygen percentages of water for *T. fluviatilis* and *P. jenkinsi* agrees with that found for *Acroloxus lacustris* by BERG (1952, p. 236). On the other hand, *Ancylus fluvia-*

*tilis* can keep its oxygen consumption at the same level until the water is about half saturated with oxygen (BERG, 1952, p. 236).

Some *Ephemeroptera*-nymphs belonging to the genus *Baëtis* have an oxygen consumption which falls immediately when the oxygen in the water decreases, whereas the oxygen consumption of *Chloëon dipterum* does not decrease until the oxygen has fallen below one fifth air saturation (FOX, WINGFIELD & SIMMONDS, 1937, p. 210).

The oxygen consumption of two chironomid species, *Tanytarsus brunnipes* and *Anatopynia nebulosa* also falls as the oxygen content of the water diminishes, whereas that of *Chironomus longistylus* and *Anatopynia varia* remains approximately constant until the oxygen content has fallen to a low value (WALSHE, 1948).

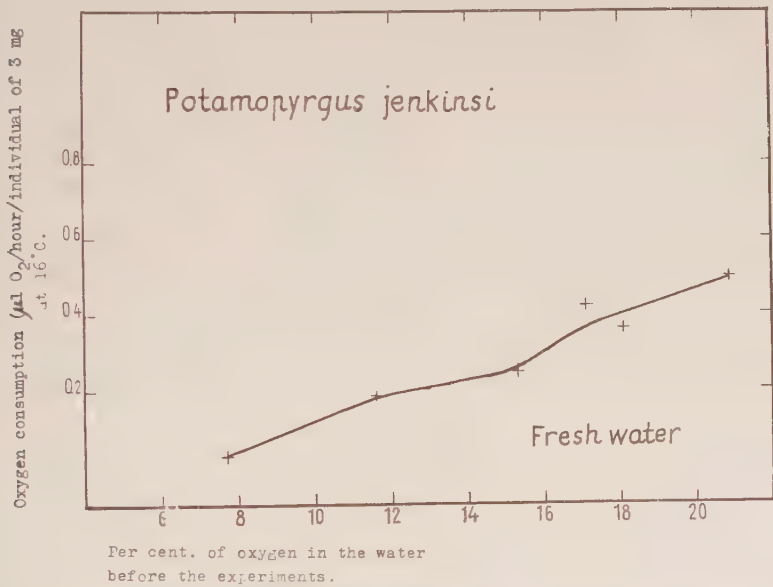


Fig. 5. *Potamopyrgus jenkinsi* from fresh water. Oxygen consumption in relation to the water's oxygen per cent when the experiments start.

According to MANN (1956, p. 620) three species of leeches *Erpobdella octoculata*, *E. testacea*, and *Piscicola geometra* clearly show that the oxygen consumption falls as soon as the oxygen content in the water is diminished. *Helobdella stagnalis* and *Glossiphonia complanata* show greater independence, but they do not have an oxygen consumption as constant as that of *Ancylus fluviatilis*.

The conclusion to be drawn from these experiments with *T. fluviatilis* and *P. jenkinsi* must be that in experiments where the respiration of the populations of brackish and fresh water is to be compared, it is



important to see to an equal reduction of the oxygen content in the respiration bottles; if so, the respiratory rate must be measured at the same place on the curves in Figs. 2, 3, 4 and 5.

### OXYGEN CONSUMPTION AT DIFFERENT TEMPERATURES

KROGH (1916, p. 96) developed a curve on the quantitative relation between the temperature and the standard metabolic rate in animals. In Figs. 6 and 7 KROGH's curve is shown; its ordinates are here plotted on a logarithmic scale. Now it would be interesting to see whether *T. fluviatilis* and *P. jenkinsi* from brackish and fresh water follow this curve. If they are in agreement with KROGH's curve it means that the respiration experiment can be made at the temperatures present on the biotope and so it is not necessary to accustom the animals to another, common temperature in the laboratory. If the animals had to be adapted to a temperature which differed essentially from the one present in the locality at the time of collection, there was a risk that there would not be time for the oxygen consumption to adapt itself to the new temperature.

The brackish water locality — Ringkøbing inlet — had a temperature of 15.4° C when the animals for these experiments were collected. The fresh water locality for *P. jenkinsi* — Kolstrup marlpit North — had a temperature of 15.5° C at the time of collection; and the fresh water locality for *T. fluviatilis* — Borre Lake — had a temperature of 15.8° C.

The animals were brought to the laboratory in a Dewar vessel, whereupon they were placed in a thermostat at 15° C in the water of the locality and aerated. The temperature was then decreased gradually to 11.8° C at which the animals remained for 19 hours until the respiration measurements started at this temperature. Then the animals were taken up and the shells purified of algae, if any. After the respiration measurement at 11.8° C the temperature was increased to 14° C; the animals were kept at this new temperature for 1 hour before the respiration measurement was made. By this means I hope that an habituation and adaptation of the respiration to 14° C was obtained. Thereupon the temperature was increased 3° C after each respiration measurement, and all the time with a previous time of adaptation of 1 hour before each new temperature. The temperature experiments were made without interruption in order to standardise conditions. Likewise the same animals were used at different temperatures, this further provided an equal treatment of the experimental animals. Since the animals did not touch the mercury, because the respiration water — just before measurement in the polaro-

meter — was carefully tipped into the analysis bottle, this method could be adopted. The respiration experiment was not started until the animals were out of their houses, sitting on the inner side of the respiration bottle. Then the respiration water was carefully changed and the experiment was started.

The result is indicated in Figs. 6 and 7.

The ordinate is a logarithmic scale, where the oxygen consumption is plotted, while the temperature is plotted on the abscissa in the usual way. It is seen that the oxygen consumption at different temperatures follows KROGH's curve (KROGH, 1916, p. 96). This shows the relation between temperature and the standard metabolism. By the standard metabolism is understood a metabolism below a minimum of activity, no food-uptake and the animals must not starve. In the experiments with *T. fluviatilis* and *P. jenkinsi* it is difficult to decide, whether there is a minimum of activity during the experiment, but it is supposed that the same activity is present during the experiments. As regards food the animals do not suffer from starvation, nor do they have any possibility of taking up great quantities during the experiment. Until the experiment starts the animals are gathered in the same place so they are able to rasp off algae from small stones and each other's houses for the period of 19 hours,

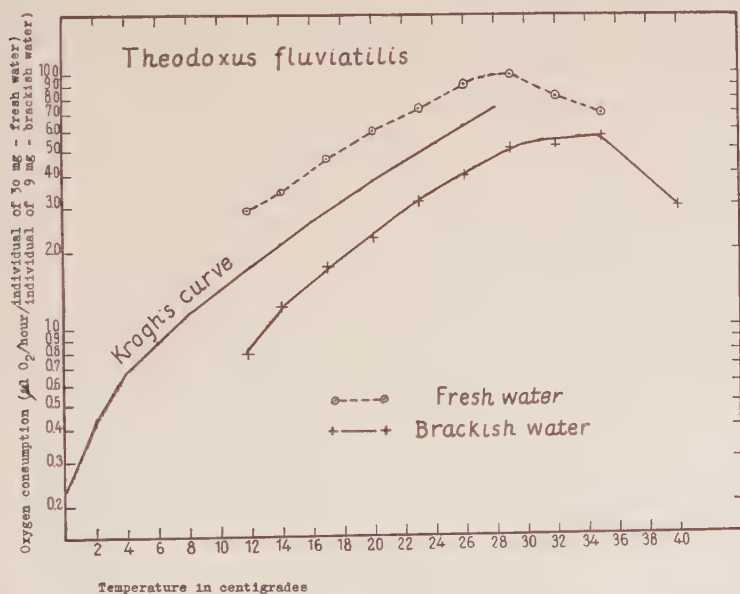


Fig. 6. *Theodoxus fluviatilis* from brackish- and fresh water. Oxygen consumption in relation to temperature. Between is drawn a KROGH's curve (1916, p. 96) for comparison, the curve being made in this case on a logarithmic scale along the ordinate.

before the respiration experiment starts. Just before the animals are placed in the respiration bottle they are dried with a brush to make them as clean as possible. This reduced the possibilities of food uptake by the animals and oxygen consumption by the algae. The production of oxygen by photosynthesis is further prevented by wrapping the respiration bottles in black paper during the experiment.

As regards *T. fluviatilis* (Fig. 6) the fresh water animals are the biggest on the average, and an average weight of 30 mg has been chosen, while an average weight of 9 mg has been chosen for the brackish water animals. The experiment started with the lowest temperature — 11.8° C — which could be produced by the ground water when the experiment was made. Thereupon measurements were made with an interval of c. 3° C. The curves follow KROGH's curve, for the fresh water animals up to c. 29° C and for the brackish water animals up to c. 35° C. Thereupon the oxygen consumption decreases rapidly, most likely the enzymes of the animals are destroyed at such high temperatures.

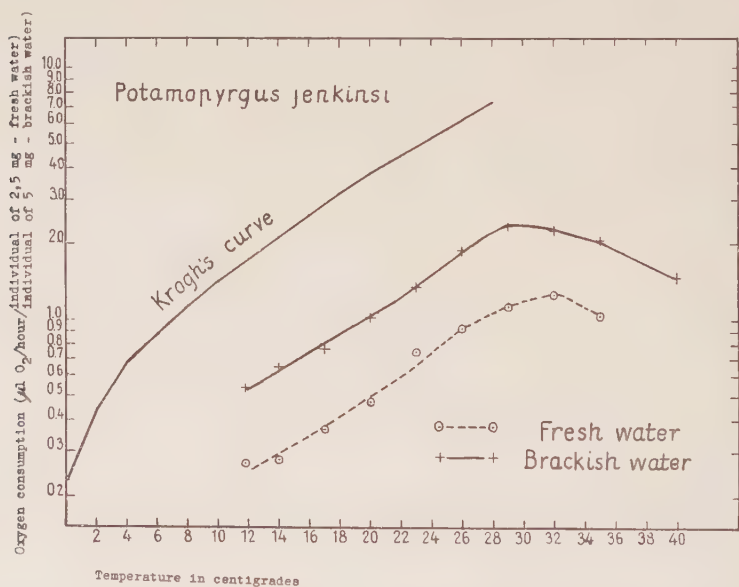


Fig. 7. *Potamopyrgus jenkinsi* from brackish and fresh water. Oxygen consumption in relation to temperature. Above is drawn a KROGH's curve (1916, p. 96) for comparison, the curve being made in this case on a logarithmic scale along the ordinate.

As regards *P. jenkinsi* (Fig. 7) it is the brackish water animals which are the biggest on the average, and here an average weight of 5 mg was chosen, while the average weight for the freshwater ani-

imals was 2.5 mg. Similarly the experiment starts at the lowest temperature, 11.8° C. The curves follow KROGH's curve, for the brackish water animals up to c. 29° C, and for the fresh water animals up to c. 32° C. Thereupon the oxygen consumption falls quickly, most likely owing to the same cause as for *T. fluviatilis*.

Since both *T. fluviatilis* and *P. jenkinsi* follow KROGH's curve, the results of the respiration measurements at different temperatures can be directly compared. This might be necessary if the temperatures in Ringkøbing inlet, Kolstrup marlpit North, and Borre Lake differed very much and one wished to measure the temperature of the locality. During the recent experiments the temperature of the three localities was, however, almost the same.

### OXYGEN CONSUMPTION IN BRACKISH AND FRESH WATER

Now it would be of interest to see how high the metabolism is for snails in brackish and fresh water. Obviously it must be supposed that the fresh water animals have a higher metabolism than the brackish water animals, owing to the osmotic conditions. WESENBERG-LUND (1939, p. 722) writes: „Es zeigt sich, dass die Körperflüssigkeit der Süßwasserorganismen im Verhältnis zum Süßwasser immer unter einem höheren Druck steht, dass sie, wie man sagt, hypertonisch ist. Dies bringt es mit sich, dass durch alle Körpermembranen, die für Wasser mehr oder weniger durchlässig sind, ein ständiger Wasserstrom passiert, der die Körperflüssigkeit verdünnt und der, besäßen die Tiere nicht die Fähigkeit, diese Wassermengen wieder auszuscheiden, ein Aufquellen der Gewebe und eine Zerstörung des Protoplasmas bewirken müsste.“ In order to get rid of the water not wanted several fresh-water organisms have a protonephridial system with ciliated cells, excretion-channels and contractile vacuoles, which are regularly filled and emptied of water, and for this some energy is necessary, an energy which the marine and brackish water animals save more or less; see also KROGH (1939).

The brackish water locality — Ringkøbing inlet — had a temperature of 19.1° C when the animals for these experiments were collected, and a salinity of 11.1<sup>0</sup><sub>00</sub> and 6.1 g/l Cl<sup>-</sup>. The fresh-water locality for *P. jenkinsi* — Kolstrup marlpit North — had a temperature of 18.0° C, and the fresh-water locality for *T. fluviatilis* — Borre Lake — had a temperature of 19.1° C.

The animals were brought to the laboratory in a Dewar vessel. After the return they were put into a thermostat at 19.0° C in water of the locality, whereupon they were aerated. On the following day the



animals were used for experiment after a time of adaptation to 19° C of c. 21 hours. Care was taken that the reduction of the oxygen in the respiration bottles was the same during the experiment, compare with Figs. 2, 3, 4 and 5. The further procedure is the same as was used during earlier experiments, although the animals were not used several times, but the direct measurements are shown in Figs. 8 and 9.

On the ordinate the oxygen consumption is indicated, and along the abscissa the weight of the soft parts is given. Both axes are logarithmic. The slope ( $\lg v - 0.73$ ) is the same as that used during previous experiments.

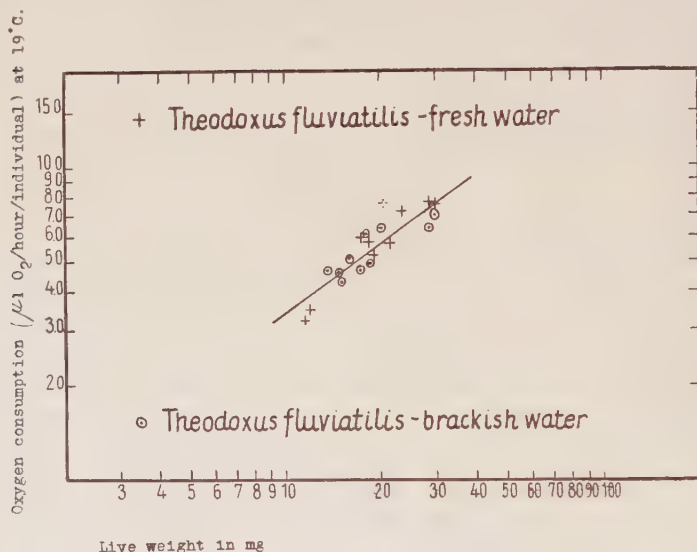


Fig. 8. *Theodoxus fluviatilis* from brackish and fresh water. Oxygen consumption ( $\mu$  l O<sub>2</sub>/hour/individual) at 19° C in relation to live weight (mg). A logarithmic scale has been used on both axes.

It is seen that *T. fluviatilis* from brackish and from fresh water is at the same respiratory level; thus in this case it *cannot* be said that *T. fluviatilis* from fresh water has a higher metabolism. Fig. 9 shows that *P. jenkinsi* from brackish water has a greater oxygen consumption than the freshwater organism, that is, the opposite of what might be expected.

At other examinations of the rate of the oxygen consumption for marine and brackish water animals and brackish and fresh-water animals, it has been found that when the concentration of salt is decreasing the oxygen consumption increases. SCHLIEPER (1929, p. 500 and 1930, p. 347) finds that as regards *Carcinus maenas* the oxygen consumption increases with a falling concentration of salt. BEADLE



(1931, p. 218) finds that for *Gunda ulvae* the respiratory rate increases progressively with dilution of the sea water. SCHWABE (1933, pp. 216—217) finds that *Potamobius fluviatilis* after adaptation to blood-isotonic sea water has a lower  $O_2$ -consumption (about 25%) than in fresh water. On the other hand, SCHWABE (1933, p. 215) finds that *Eriocheir sinensis* has the same oxygen consumption whether it lives in fresh water or in sea water with 15‰ or 32‰ salt; circumstances highly reminiscent of *T. fluviatilis*. POTTS (1954, p. 626) has calculated that the energy used for osmoregulation is about 0.5% of the total metabolic energy when *Eriocheir sinensis* is in fresh water. LÖWENSTEIN (1935) finds that for *Gammarus chevreuxi* from brackish water the respiratory rate is approximately 20 per cent lower in sea water than in sea water diluted 4 times, which is a concentration occurring in the natural habitat. For *Artemia salina* ELIASSEN (1952, p. 13) finds an increase in oxygen consumption when the salinity of the external medium decreases. For the same animal GILCHRIST finds (1956, p. 59) that the rate of oxygen consumption is the same in two different salinities (35‰ and 140‰). These conditions also remind one a great deal of *T. fluviatilis*. ELIASSEN uses both males and females for the experiments, while GILCHRIST uses females only, which perhaps explains the inconsistency. LOFTS (1956, p. 734) finds that *Palaemonetes varians* from a marsh-pool population showed a minimum respiratory rate when in a medium of 26‰.

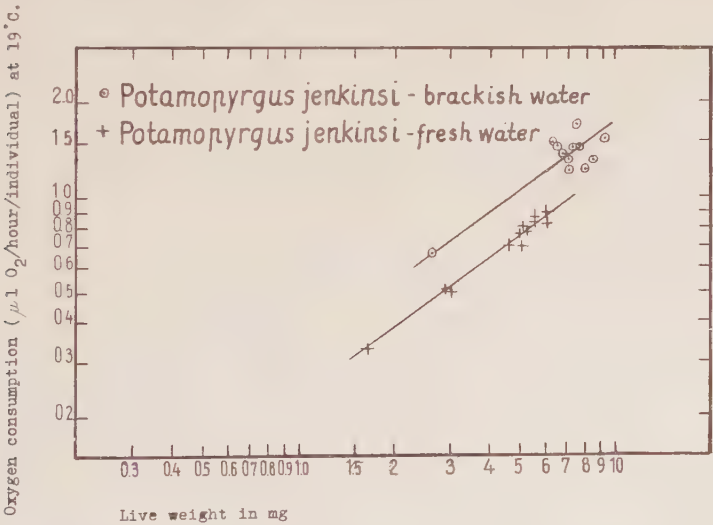


Fig. 9. *Potamopyrgus jenkinsi* from brackish and fresh water. Oxygen consumption ( $\mu l O_2$ /hour/individual) at 19 °C in relation to live weight (mg). A logarithmic scale has been used on both axes.

salinity and a sluice-pool population respired least when in a medium of 6‰ NaCl. The highest respiration was found for *P. varians* in fresh water.

The reason why *P. jenkinsi* from fresh water has a smaller oxygen consumption than the brackish water animals must most likely be explained by a reduced growth of the fresh water animals. The examined individuals of *P. jenkinsi* from brackish water had an average weight of 7.04 mg and a height of 4.6 mm (the distance between two parallel lines drawn through the upper and the lower point of the shell, respectively, perpendicular to the axis of the shell). For the fresh-water animals the average weight is 4.65 mg and the height 3.8 mm. To this may be added that the shells of the fresh water animals are thinner than those of the brackish water animals. The cause cannot be a smaller content of calcium as Kolstrup marlpit North has a high calcium content (90 mg/l CaO and MgO). Another thing which also indicates a reduced growth for the fresh-water organism, is the slow development of the population after a severe winter. When the locality was visited on the 27th of April 1956, only two specimens were found in Kolstrup marlpit after one hour's eager search, but in Ringkøbing inlet only half an hour was needed to collect 150 animals. At the next visit — on the 26th of June 1956 — half an hour was spent in Kolstrup marlpit for the collection of 150 animals. These conditions seem to show that in fresh water *P. jenkinsi* lives in a zone of danger to the species. It applies to many organisms which have not immigrated into fresh waters until recent times that they have not yet their osmoregulatory apparatus in order, see WESENBERG-LUND (1939, p. 723).

For *T. fluviatilis* the oxygen consumption is, on the other hand, the same in brackish and fresh water, which may be due to the fact that the species have had a longer time to adapt themselves to the fresh water.

## SUMMARY

1) *Theodoxus fluviatilis* and *Potamopyrgus jenkinsi* are present both in brackish and fresh water. Apparently *T. fluviatilis* has immigrated into fresh water in the early interglacial period, while *P. jenkinsi* at the end of the nineteenth century has migrated from brackish to fresh water. *P. jenkinsi* was for the first time observed in fresh water in Denmark in 1945.

2) *T. fluviatilis* and *P. jenkinsi* are unable to keep up a constant oxygen consumption when the oxygen percentage of the water is falling; the oxygen consumption decreases as soon as the oxygen content in the surrounding water falls, (Fig. 2, 3, 4 and 5).

3) The oxygen consumption for *T. fluviatilis* and *P. jenkinsi* at different temperatures agrees with KROGH's curve. *T. fluviatilis* from fresh water follows the curve up to c. 29° C, while the brackish water animals go up to c. 35° C, whereupon the oxygen consumption decreases rapidly. *P. jenkinsi* follows the curve up to c. 29° C and 32° C for brackish and fresh water animals respectively, whereupon the oxygen consumption shows a rapid decrease (Figs. 6 and 7).

4) *T. fluviatilis* has the same oxygen consumption whether it lives in brackish water (11.1‰ salinity) or in fresh water. *P. jenkinsi* from brackish water has, however, a greater oxygen consumption than the animals living in fresh water, (Figs. 8 and 9). The most probable cause of these conditions is discussed.

## ACKNOWLEDGMENTS

I wish to thank Professor KAJ BERG for the interest he has taken in this work and for the reading of the manuscript. I also wish to express my thanks to amanuensis, cand. mag. H. MATHIESEN for measurements of the salinity in Ringkøbing inlet, and to my wife cand. mag. L. ESPEGREEN LUMBYE for good help at the collection and during the experiments.

Finally, I am indebted to the "Nordisk Insulinfond" for financial support for this study.

## REFERENCES

- BEADLE, L. C. - 1931 - The effect of salinity changes on the water content and respiration of marine invertebrates; *J. exp. Biol.* 8, 211.  
BERG, K. - 1952 - On the oxygen consumption of Ancyliidae (Gastropoda) from an ecological point of view; *Hydrobiologia* 4, 225.  
BERG, K. - 1953 - The problem of respiratory acclimatization; *Hydrobiologia* 5, 331.  
BERG, K., LUMBYE, J. & OCKELMANN, K. W. - 1958 - Seasonal and experimental variations of oxygen consumption of the limpet *Ancylus fluviatilis* (O.F. Müller). *J. exp. Biol.*  
BOETTGER, C. R. - 1931 - Artänderung unter dem Einfluss des Menschen; *Arch. Zool. Ital.* 16, 250.  
BOETTGER, C. R. - 1951 - Die Herkunft und Verwandtschaftsbeziehungen der Wasserschnecke *Potamopyrgus jenkinsi* E. A. Smith, nebst einer Angabe über ihr Auftreten im Mediterrangebiet; *Arch. Moll.* 80, 57.  
BONDESEN, P. & KAISER, E. W. - 1949 - *Hydrobia* (*Potamopyrgus*) *jenkinsi* Smith in Denmark illustrated by its ecology; *Oikos* 1, 252.  
EHRMANN, P. - 1914 - Grundzüge einer Entwicklungsgeschichte der Tierwelt Deutschlands. Leipzig.  
ELIASSEN, E. - 1952 - The energy-metabolism of *Artemia salina* in relation to body size, seasonal rhythms, and different salinities; *Univ. Bergen Arb. naturv.* 11, 1.

- FOX, H. MUNRO, WINGFIELD, C. A. & SIMMONDS, B. G. - 1937 - The oxygen consumption of ephemerid nymphs from flowing and from still waters in relation to the concentration of oxygen in the water; *J. exp. Biol.* 14, 210.
- GILCHRIST, B. M. - 1956 - The oxygen consumption of *Artemia salina* (L.) in different salinities; *Hydrobiologia* 8, 54.
- HEMMINGSSEN, AXEL M. - 1950 - The relation of standard (basal) energy metabolism to total fresh weight of living organisms; *Rep. Steno Memorial Hosp.* 4, 7.
- HUBENDICK, B. - 1947 - Die Verbreitungsverhältnisse der limnischen Gastropoden in Südschweden; *Zool. Bidr. f. Uppsala.* 24, 419.
- HUBENDICK, B. - 1950 - The effectiveness of passive dispersal in *Hydrobia jenkinsi*; *Zool. Bidr. f. Uppsala.* 28, 493.
- JOHANSEN, A. C. - 1918 - Bløddyre i Randers Fjord. Randers Fjords Naturhistorie. København.
- KROGH, A. - 1916 - The respiratory exchange of animals and man. London.
- KROGH, A. - 1939 - Osmotic regulation in aquatic animals. Cambridge.
- LOFTS, B. - 1956 - The effects of salinity changes on the respiratory rate of the prawn *Palaemonetes varians* (Leach); *J. exp. Biol.* 33, 730.
- LÖWENSTEIN, O. - 1935 - The respiratory rate of *Gammarus chevreuxi* in relation to differences in salinity; *J. exp. Biol.* 12, 217.
- MANN, K. H. - 1956 - A study of the oxygen consumption of five species of leech; *J. exp. Biol.* 33, 615.
- POTTS, W. T. W. - 1954 - The energetics of osmotic regulation in brackish- and fresh-water animals; *J. exp. Biol.* 31, 618.
- SCHLIEPER, C. - 1929 - Über die Einwirkung niederer Salzkonzentrationen auf marine Organismen; *Z. vergl. Physiol.* 9, 478.
- SCHLIEPER, C. - 1930 - Die Osmoregulation wasserlebender Tiere; *Biol. Rev.* 5, 309.
- SCHWABE, E. - 1933 - Über die Osmoregulation verschiedener Krebse (Malacostracen); *Z. vergl. Physiol.* 19, 183.
- SPÄRCK, R. - 1936 - Bløddyr. Ringkøbing Fjords Naturhistorie i Brakvandsperioden 1915—1931. p. 123. København.
- STEUSLOFF, U. - 1927 - Die Bedeutung der *Paludetrina jenkinsi* E. A. Smith für unsere Vorstellungen über Art-Entstehung und Art-Verbreitung; *Verh. Int. Ver. theor. angew. Limnol.* 3, 454.
- THIENEMANN, A. - 1950 - Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. Die Binnengewässer XVIII.
- WALSHE, B. M. - 1948 - The oxygen requirements and thermal resistance of chironomid larvae from flowing and from still waters; *J. exp. Biol.* 25, 35.
- WESENBERG-LUND, C. - 1939 - Die Biologie der Süßwassertiere. Wien.



# Remarques sur le genre *Cyclops* s. str. (Crust. cop.)

par

B. DUSSART

A PROPOS DE *MONOCULUS QUADRICORNIS RUBENS*  
L. JURINE 1820

Dans une récente mise au point LINDBERG (1956) a reparlé d'une dénomination de Copépodes qui tendait à passer dans l'oubli. Les conclusions de cet auteur m'ont amené à revoir quelles pouvaient être les formes trouvées par JURINE dans les environs de Genève et à critiquer dans le détail, et l'ouvrage de celui-ci, et l'article de celui-là.

JURINE (1820) a décrit le *Monoculus quadricornis rubens* d'après des échantillons vivants recueillis dans les environs de Genève, environs qui, maintenant, ont été complètement transformés par suite de l'extension de la ville, il n'est donc plus possible de retrouver dans les pièces d'eau signalées par cet auteur, les syntypes de ces *Monoculus*. Il a dénommé les espèces étudiées: *Monoculus*, suivant en cela la classification de LINNÉ qui, en 1746, groupait sous cette appellation générique presque tous les entomostracés comme l'avait fait à la même époque DE GEER. La description du *Monoculus antennis quaternis, caude recta bifida* est d'ailleurs absolument insuffisante et devrait plutôt être celle de *C. fuscus* puisque LINNÉ dit „Corpus fuscum est”, et que c'est le seul caractère qu'il ait signalé pouvant être considéré comme spécifique.

De même dans la traduction allemande de son *Systema naturae*, LINNÉ (1775) dénomme *Monoculus quatricornis* (5ème cl., 7ème ordre, 6ème esp.) ce que l'on pourrait maintenant appeler le type des Copépodes d'eaux continentales. Ce *Monoculus* ne saurait être plus particulièrement décrit, aucun caractère spécifique ni générique ni même familial n'ayant été retenu à cette date. En 1789, LINNÉ n'a pas fait avancer d'un pas la systématique de ce groupe dans son *Entomologia* (IV), bien que le „quadricorne” y soit mieux décrit



qu'auparavant et que même sa possibilité d'enkystement soit mentionnée.

Il faut donc bien attendre JURINE pour que soit commencée, sous forme sous spécifique d'ailleurs, une différenciation entre les divers Copépodes d'eau douce. Cette différenciation fut abordée sous deux aspects différents: un aspect morphologique et un aspect biologique. JURINE (1820) a bien su séparer en trois espèces (ce que nous appelons maintenant des sous-ordres) ses *Monoculus*: *M. quadricornis* correspondant à tous les Cyclopoida, *M. castor* représentant les plus habituels des Calonoida d'eau douce et *M. staphilinus* qui deviendra le type des Harpacticoida d'eau douce, le *Canthocamptus staphilinus*, modèle des Canthocamptidae.

Les dénominations de JURINE n'ont donc aucune prétention de spécificité et il est regrettable que sous des appellations sous spécifiques parfois sûres il ait décrit des formes très reconnaissables comme son *M. quadricornis albidus* et des formes dont la diagnose est très incertaine comme son *M. quadricornis prasinus*. En ce qui concerne *M. quadricornis rubens*, les avis son divergents.

Dans les eaux des environs de Genève existent d'assez nombreux représentants de Cyclopidae de grande taille, et LINDBERG fait une erreur manifeste en limitant les espèces probables à quatre: *fuscus*, *albidus*, *viridis* et *rubens* = *strenuus*. J'ai moi-même rencontré dans les environs de Thonon *C. bohater*, et *C. vicinus* et nos connaissances de la biogéographie de *C. furcifer*, par exemple, nous permettent d'affirmer que dans les eaux convenant à son développement normal, même dans les environs de Genève, on peut le trouver (mares de la zone paléarctique s'asséchant l'été). *C. furcifer* existe d'ailleurs dans l'Ain, département français limitrophe du canton de Genève.

Il faut donc reprendre dès la base le travail de JURINE pour essayer de savoir à quelle espèce est attribuable la dénomination de *M. quadricornis rubens* = *C. rubens*. Il est à ce point de vue très instructif de prospector les mares des environs de Genève existant encore. Dans ces mares, les *Cyclops* les plus communs semblent être *Acanthocyclops robustus* et *Diacyclops bicuspidatus*! Or, quand JURINE écrit: „Le nombre des oeufs renfermés dans ces sacs (ovigères) varie beaucoup selon l'âge des femelles, les plus jeunes n'en portent qu'environ 2 à 12, tandis que les plus âgés en ont ordinairement de 30 à 40 de chaque côté”, cet auteur prouve

1° qu'il a méconnu la relative fixité de taille chez les *Cyclops* qui ne présentent ni jeunes ni „plus âgés”, mais des stades copépoditiques et un seul stade adulte portant des sacs ovigères à nombre d'oeufs assez constant.

2° qu'il a groupé sous le même nom de *rubens* plusieurs espèces de taille, de morphologie et d'éthologie différentes.

Par contre la description de l'anatomie externe de *M. rubens* est à ce point détaillée dans l'ouvrage de JURINE qu'il est difficile de préjuger des erreurs ou des oublis possibles glissés dans son traité en particulier en ce qui concerne la description du 5ème segment thoracique: „Dans la femelle, le premier anneau (Th<sub>5</sub>), qui est très court comparativement au second et toujours plus transparent porte, en dessous, deux espèces de petites pattes composées chacune de deux anneaux dont le dernier se termine par trois filets”. Il semblerait donc que *Monoculus quadricornis rubens* fasse fartie de la section des trifida et non pas des bifida. Sur cette seule caractéristique il convient donc de rapprocher *rubens* de *fuscus*, *albidus*, etc. . . comme le fait d'ailleurs JURINE lui-même puisqu'il donne comme valeur systématique à ces sous-espèces: *fuscus*, *albidus*, *viridis*, une valeur de variété et non pas d'espèce. Il est vrai qu'il fait rentrer *viridis* dans sa catégorie des *Monoculus quadricornis*, mais la façon dont ses espèces furent établies semble ne pas donner la même valeur à l'erreur concernant *viridis* qu'à celle concernant *rubens*. En effet, JURINE fait une description détaillée du *rubens*, alors qu'ensuite il ne fait que comparer à cette forme type les autres formes telles que: *albidus*, *viridis*, *fuscus*, etc. . . On peut donc rapprocher *Megacyclops viridis* actuel du *viridis* de JURINE, bien qu'il y ait des erreurs fondamentales au point de vue description antaomique entre ces deux formes, mais on ne peut en faire autant pour *rubens* et *strenuus*.

De plus, lorsqu'on étudie avec quelque soin les dessins donnés par JURINE pour les différents appendices du *rubens* qu'il a décrits, on constate que la mandibule se rapproche au moins autant de celle de *strenuus* que de celle de *albidus*. D'autre part, en ce que concerne la maxille, on constate que la maxille dessinée par JURINE est beaucoup plus proche de celle de *albidus* que de celle de *strenuus*, en particulier par la forme du 2ème article de cette maxille. De même le maxillipède est également plus proche du maxillipède de *albidus* que de celui de *strenuus*. En ce qui concerne la première patte, seul appendice natatoire dessiné par JURINE, il y a de toute manière une erreur de dessin puisqu'il n'y a que deux épines externes dessinées au 3ème article de l'Exopode, alors que, aussi bien chez *albidus*, *fuscus* que *strenuus*, il y en a 3. Il s'agit plutôt d'une première patte de *Cyclops vicinus* dans ce dessin; c'est une erreur qui s'explique lorsque l'on se rapporte à l'auteur qui dit que:

„Surtout à l'extrémité des anneaux de ces pattes il existe une grande quantité de filets penniformes”.

En ce qui concerne le nombre d'oeufs, *viridis*, *fuscus*, *strenuus* ont un nombre considérable d'oeufs par sac ovigère lorsqu'il s'agit d'animaux venant de mares. Or, JURINE rappelle bien que les *rubens* étudiés par lui proviennent des mares des environs de Genève.

Les mêmes remarques peuvent être faites en observant la façon dont les stades larvaires de *Monoculus quadricornis rubens* ont été dessinés. A la figure 10 bis, par exemple, on constate que le stade nauplien qui, très probablement, est un stade 4, comporte environ quatre soies latéralement à la partie postérieure de l'animal, ce qui correspond exactement à l'armature terminale du nauplius au stade 4 de *M. fuscus*, tandis que *C. strenuus* n'a que 2 soies et une minuscule épine qui serait pratiquement invisible dans un dessin de JURINE. Comme ce stade nauplien a fait l'objet de deux dessins sur lesquels on peut retrouver ces quatre soies, il semble également que ces nauplii ont trait à l'espèce *fuscus* ou à une espèce apparentée telle que *albidus*.

Il ne semble donc pas du tout certain que le *Monoculus quadricornis rubens* de JURINE soit à identifier avec le *Cyclops strenuus* de FISCHER. Au contraire il y a tout lieu de croire que *Monoculus quadricornis rubens* n'est qu'une forme particulièrement riche en graine de graisse à caroténoïde du *Monoculus quadricornis albidus*. En effet cet auteur dit que:

„lors même qu'il ne se rencontrerait qu'un seul *albidus* au milieu de 100 *rubens*, on le distinguerait à l'instant à la manière dont les femelles portent leurs paquets d'oeufs." ces ovaires externes, comme dit JURINE, formant un angle presque droit avec la queue dont ils ne se rapprochent jamais quand l'animal est au repos. Or, de ce que nous savons de *Cyclops strenuus* il en est de même, à cette petite différence près que les sacs ovigères ne sont pas à angle droit, mais obliques.

D'autre part, l'eurytopie et l'eurythermie d'*albidus*, bien connues maintenant, semblent mal cadrer avec la relative rareté de l'*albidus* de JURINE qui dit:

„cette espèce est bien moins commune que *rubens* et se trouve dans les mares voisines du Château blanc de Genève".

Cette relative rareté s'expliquerait par le fait qu'il est difficile de trouver des *Macrocyclus albidus*, selon la nouvelle dénomination, vivant dans de mauvaises conditions nutritives et justifiant ainsi sa relative transparence et son som, Très souvent les *M. albidus* sont riches en graisse ce qui leur donne une certaine coloration d'ensemble.

GURNEY (1933), à propos de *T. hyalinus*, appelé *Mesocyclops crassus* par RYLOV (1948) dans sa „Faune des Copépodes Cyclopidés de Russie" signale que cette espèce a été dénommée *M. viridis* par SCHMEIL, *T. dybowskii* par LILLJEBORG *T. hyalinus* par SARS, *M. leuckarti* par LANDE, et ajoute: „Le fait que quatre interprétations différentes ont été placées sur l'espèce de FISCHER montre qu'elle n'est pas reconnaissable".

Il en est de même pour *Monoculus quadricornis rubens* qui pourrait être soit: *Macrocyclus fuscus*, soit *Macrocyclus albidus*, soit en le rapprochant de *viridis*: *Megacyclus viridis*: ou même *Acanthocyclops*

*viridis*, comme le classe RYLOV en 1948; ou, enfin, *Cyclops strenuus*, comme le rappelle LINDBERG.

Ces conclusions ressortent clairement d'une étude détaillée des critères ayant servi à JURINE pour différencier ses variétés du *Monoculus quadricornis*. Reprenant une fois encore le texte original et mal connu de cet auteur, je citerai comme caractères essentiels retenus pour fonder des variétés:

- „1° la couleur permanente de l'individu adulte,
- „2° la grandeur et la forme,
- „3° la manière dont les femelles portent les ovaires externes,
- „4° la couleur de ces ovaires et celle des têtards (nauplii).”

Nous avons vu que le premier de ces critères manquait de constance et JURINE lui-même s'en était rendu compte en écrivant:

„quoique la couleur de ces monocles diffère essentiellement de celle du *rubens*, ce ne sera pas sur cette seule considération que j'établirai les motifs de la non identité de l'espèce, puisque malgré mon assertion on pourrait supposer que cette couleur est sujette à des variations qui m'ont induit en erreur”.

Le deuxième critère retenu est plus sérieux et certainement un des plus facile à établir à l'époque des observations de l'auteur. Transcrits en microns, les tailles des „Monocles” étudiés sont:

<i>M. fuscus</i> :	1125 $\mu$
<i>M. prasinus</i> :	1125 $\mu$
<i>M. rubens</i> :	1312 $\mu$
<i>M. albidus</i> :	1500 $\mu$
<i>M. viridis</i> :	1687 $\mu$

Les auteurs ne sont, quant à ce critère, absolument pas d'accord:

*M. fuscus* a de 1800 à 4.000  $\mu$  d'après RYLOV, plus de 3.000  $\mu$  d'après GURNEY; au contraire *M. prasinus* a moins de 750  $\mu$  d'après cet auteur; *M. albidus* quoique nettement plus petit que *M. fuscus* d'après SCHMEIL (1892) voit sa taille varier de 1500 à 2500  $\mu$  suivant les individus. De même *M. viridis* est bien généralement plus grand que *M. albidus* et peut atteindre 3000  $\mu$  d'après GURNEY.

A titre indicatif *C. strenuus* aurait de 1660 à 2350  $\mu$  d'après GURNEY de 1450 à 2320  $\mu$  d'après RYLOV.

Ainsi, d'après la taille, seuls *M. albidus* et *M. viridis* sont reconnaissables chez JURINE.

D'après la forme, il y aurait, là encore, beaucoup à dire. Tous les Cyclopides étudiés en 1820 sont ovoïdes réguliers et se rapprocheraient donc de *M. albidus*, *M. viridis* ou de *M. hyalinus*.

Il n'est jamais signalé l'aspect très caractéristique de *C. strenuus*, allongé, à 4ème segment thoracique plus ou moins étiré en ailes. Par ailleurs il est manifeste que JURINE n'a attaché aucune importance aux variations de forme de la furca et de ses soies et s'est confié au



souci d'exactitude de sa dessinatrice dans ses planches. LINDBERG (1956) se contredit malheureusement dans son article critique quand il discute de ces planches: „Je pense que tout le monde sera d'accord en renonçant à interpréter ces figures”. . . . ., et plus loin:

„le rapport de longueur des soies apicales de la furca, notamment celui des soies 4 et 1 et la longueur relative de la soie dorsale des figures montrent que l'on a affaire, avec la plus grande vraisemblance, sinon certitude, à la forme qu'on a appelé ensuite *Cyclops strenuus strenuus*.”

Vouloir interpréter les dessins de JURINE à ce point de vue c'est remettre en question les dénominations acceptées aujourd'hui de *M. albidus*, *M. viridis*, *M. fuscus* et *T. prasinus*; en effet, les quatre dessins d'ensemble de l'auteur montrent pour ces quatre variétés une furca dont le rapport longueur/largeur est le même; or, en fait, ce rapport est de 3 pour *M. albidus*, de 2 pour *M. fuscus*, de 4 pour *M. viridis* et de 2,3 à 3 pour *T. prasinus*. De même le rapport des soies furcales apicales 4 et 1 ne peut être pris en considération ni pour *T. prasinus*, ni pour *M. viridis*, ni pour *M. fuscus*.

Le troisième critère retenu par JURINE est la position des ovisacs, position caractéristique chez *M. albidus* et chez *M. fuscus*, mais très généralement variable et plus ou moins oblique chez bon nombre d'autres espèces telles que *M. viridis*, *C. strenuus*, *C. bohater*, *C. furcifer* etc . . . Il ne saurait être question d'en faire un critère de différenciation spécifique pour tous les „Monocles”, et en particulier de trouver dans la forme et la position de ces ovisacs un argument en faveur d'une synonymie et d'une priorité.

Les mêmes conclusions s'appliquent au 4ème critère de JURINE.

Ainsi est-il actuellement très difficile de dire quelle fut l'espèce que JURINE a étudié dans ses moindres détails sous le nom de *Monoculus quadricornis rubens*; seules des preuves négatives ont pu être apportées et s'il est très improbable que *M. rubens* soit *C. strenuus*, il est également à peu près certain qu'aucune espèce connue ou susceptible d'être trouvée dans les environs de Genève ne peut être comparée efficacement à *M. rubens*; la position prise par THIEBAUD dans le Catalogue des invertébrés de la Suisse (1915) est de ce fait la plus raisonnable et si *M. rubens* représente bien une seule espèce, le mieux est de la ranger dans les „*incertae sedis*”.

Il n'en est pas de même pour *C. strenuus* de FISCHER: les figures données par cet auteur dans le Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou (1851) sont très claires et ne permettent aucune fausse interprétation. Si CLAUS (1858) a émis des doutes sur l'identité de *C. strenuus*, il manquait de bonne foi et n'a probablement pas observé personnellement cette espèce. SCHMEIL (1892) de son côté a compliqué le problème en dénommant *C. strenuus* ce



qui est manifestement *C. vicinus*. Enfin, si l'on compare les figures originales de *M. rubens* JURINE et *C. strenuus* FISCHER on ne peut absolument pas penser à une identité de forme. L'attitude prise par LINDBERG se trouve ainsi insoutenable.

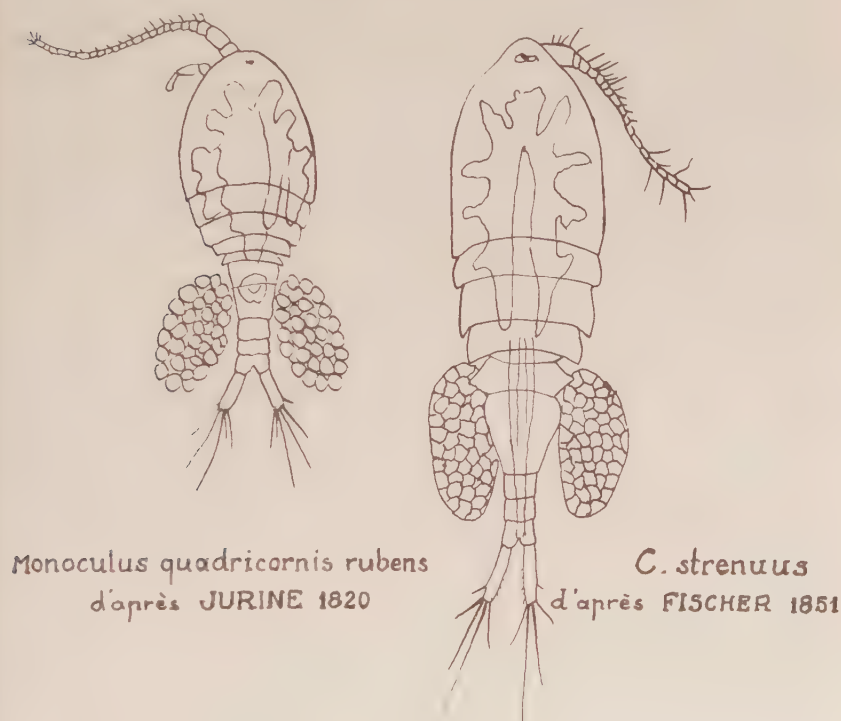


Fig. 1. *Monoculus quadricornis rubens* JURINE et *C. strenuus* FISCHER

Afin de clarifier le problème de l'identification des formes du genre *Cyclops* s. str. en France, je vais m'efforcer dans les lignes qui vont suivre, de faire le point de nos connaissances et de ses imperfections quant à la description et à la répartition des espèces du genre dans notre pays.

## LE GENRE *CYCLOPS* EN FRANCE

KIEFER (1927) a différencié sous le nom de sous-genre *Cyclops* s. str. les Cyclopidae de la sous-famille des Cyclopinac présentant une  $P_5$  ayant le 2ème article muni d'une épine forte, latérale, insérée au milieu de cet article et des branches furcales portant une carène dorsale longitudinale; le type de ces *Cyclops* est *Cyclops strenuus* S.

FISCHER. Comme autre caractéristique du sous genre KIEFER (1928) ajoute l'article basal de la P<sub>5</sub>, plutôt large, muni d'une soie à l'angle latéro-distal, le réceptacle séminal simple, les branches furcales poilues au bord interne, les articles terminaux des exopodites portant chacun cinq soies plumeuses.

Dans un intéressant travail sur le groupe *strenuus* KOZMINSKI (1936) reprenant de façon synthétique toute une série de recherches effectuées antérieurement, différencie plusieurs formes nouvelles et souligne la nécessité d'étudier ce groupe par analyse biométrique de populations, par suite de sa malléabilité et de l'extrême ressemblance de certaines formes bien voisines. Depuis KOZMINSKI le groupe *strenuus* et tout le genre *Cyclops* n'est plus guère étudié que de cette manière par KIEFER (1939, 1954), RYLOV (1948), PIROCCHI (1951), THIEBAUD (1953), HERBST (1951) LINDBERG (1955) etc. . . .

Comme le rappelle cependant FRYER (1954) la biométrie ne permet pas toujours de différencier aisément deux formes différentes et il est des caractéristiques anatomiques difficiles à transcrire en chiffres. De plus le problème de la systématique du genre *Cyclops* est celui de l'espèce, ces animaux étant forcément isolés géographiquement et présentant parfois une variabilité considérable autour d'un type souvent difficile à définir. Suivant en cela la nomenclature proposée par l'Ecole américaine (MAYR 1953), les formes présentant au sein d'une ou de plusieurs populations une certaine particularité anatomique, écologique ou biogéographique, seront dénommées sous-espèces sans pour autant donner à cette qualification une valeur systématique qui ne saurait être scientifiquement reconnue.

En France (et régions limitrophes) les espèces et sous-espèces reconnues actuellement sont:

- C. strenuus strenuus* S. FISCHER, 1851.
- C. strenuus prealpinus* F. KIEFER, 1939.
- C. strenuus corsicana* K. LINDBERG, 1955.
- C. strenuus vranæ* Z. KOZMINSKI, 1927.
- C. strenuus landei* Z. KOZMINSKI, 1933.
- C. abyssorum abyssorum* G. O. SARS, 1862.
- C. abyssorum bodanus* F. KIEFER, 1954.
- C. tatricus tatricus* Z. KOZMINSKI, 1927.
- C. tatricus alpestris* M. THIEBAUD, 1953.
- C. bohater* Z. KOZMINSKI, 1933.
- C. vicinus vicinus* V. OULIANINE, 1875.
- C. vicinus lobosus* F. KIEFER, 1954.
- C. furcifer* C. CLAUS, 1857.

A ces espèces il faut ajouter certaines formes non encore rencontrées, mais susceptibles d'exister sur notre territoire, en particulier des formes boréoalpines pouvant avoir colonisé des lacs de haute alti-

tude dont les populations sont encore trop mal connues. Dans cette catégorie doivent être rangés:

*C. scutifer scutifer* G. O. SARS, 1863.

*C. lacustris* G. O. SARS, 1863.

*C. abyssorum carinthica* K. LINDBERG, 1955.

De plus à titre de comparaison il sera fait mention de:

*C. kolensis* W. LILLJEBORG, 1901.

*C. vicinus kikuckii* S. SMIRNOV, 1932.

*C. scutifer wigrensis* Z. KOZMINSKI, 1927.

*C. abyssorum gracilipes* K. LINDBERG, 1955.

Enfin certaines populations étudiées en France ne pourront être classées et devront être rangées à part.

## MENSURATIONS

Les distinctions essentielles existant entre les diverses formes du groupe sont, d'après KIEFER (1939):

— pour *vicinus* et *scutifer*: les 4ème et 5ème segments thoraciques à ailes développées ou étirées en pointes;

— pour *bohater* et *tatricus*: un 2ème segment thoracique à angles postérieurs très développés (caractère que l'on retrouve chez *C. vicinus lobosus*);

— pour *lacustris* une épine latérale du 2ème article de  $P_3$  très petite;

— pour *strenuus vranæ* des angles latéropostérieurs de  $Th_4$  sans pointe particulière;

— pour *furcifer* un segment génital à rétrécissement médian prononcé et des soies furcales internes très courtes;

— pour *kolensis* une furca très courte (caractère que l'on retrouve chez *C. landei*) et une formule d'épines des  $P_1$  à  $P_4$  de 2.3.3.3. (comme chez *vicinus*);

— pour *landei* un corps antérieur (Céphalosome et quatre premiers segments thoraciques) fortement aminci vers l'arrière;

— pour *abyssorum* une furca longue et des soies furcales internes longues (caractère analogue à *C. strenuus prealpinus*).

Ces distinctions peuvent être partiellement transcrites par des chiffres.

Il est bon de rappeler à ce point de vue que les mensurations de Copépodes posent certains problèmes techniques entraînant quelques postulats. Les animaux étant le plus souvent fixés au formol ou à l'alcool au moment de leur étude, il y a un emboîtement des segments les uns dans les autres si bien que la longueur totale apparente de l'individu est notablement inférieure à sa longueur totale réelle sur le vivant. Cette longueur totale réelle doit donc être calculée





### TABLEAU I

Lac de Montriond (Haute-Savoie) : 8/10/55	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	Rapports en %	
L Th1	585	649	614	655	614	632	632	556	550	655	614,2		
L Th2	152	164	152	175	152	164	164	140	132	175	157,0	C.P./C.A.	36,8
L Th3	140	158	158	158	152	129	175	135	131	152	148,8		
L Th4 + Th5	158	211	187	211	187	193	181	158	170	199	185,5	C.P./L.	26,2
L Cph (C.A.)	1035	1182	1111	1199	1105	1118	1152	989	983	1181	1105,5		
l Th1	562	626	550	573	544	585	556	521	486	585	558,8	l Cph/L	37,0
l Th2	550	602	526	550	526	585	526	509	474	562	541,0	l Th4/l Th1	68,5
l Th3	427	462	421	433	409	450	409	386	363	427	418,7		
l Th4	365	389	391	389	380	423	389	362	339	400	382,7	l Th5/l Th1	61,9
l Th5	290	328	304	319	307	322	310	287	273	325	306,5	l Th5/l Th4	80,0
L Abd1	174	209	203	220	188	203	186	203	165	200	195,1		
L Abd2	67	81	70	84	70	72	75	84	61	75	73,9	l Th5/l Abd1	129,4
L Abd3	49	58	55	55	52	52	55	52	49	52	52,9		
L Abd4	78	87	90	75	81	90	90	81	78	81	83,1	Ep.ext./Ep.int. Enp3/P4	49,8
	368	435	418	434	391	417	406	420	353	408	405,0		
L. Tot. Corps (C.A. + C.P.) (L.)	1403	1617	1529	1633	1496	1535	1558	1409	1336	1589	1510,5	Dist. Me/LFu	82,8
L. Tot. (C.A. + C.P. + L.Fu) (L.T.)	1606	1840	1723	1865	1705	1738	1781	1597	1519	1809	1718,3		
l Abd1	238	249	238	252	232	238	244	215	212	249	236,7	Ti/L Fu	119,0
l Abd4	116	122	113	122	119	119	119	113	107	125	117,5	Tmi/L Fu	267,0
L Fu	203	223	194	232	209	203	223	188	183	220	207,8		
Espace interfurcal distal (E.F.)	110	130	101	113	107	99	101	84	78	122	104,5	Ti/Te	174,5
L Te	128	162	130	151	145	145	145	130	116	159	141,1	Tme/L Fu	224,0
L Tme	470	452	481	484	464	487	487	455	400	478	465,8		
L Tmi	522	551	609	565	534	597	597	571	493	502	554,1	Te/L Fu	68,0
L Ti	246	275	220	273	258	252	261	217	217		246,6		
L dorsale	116	136	110	116	119	128	116	107	113	145	120,6	Tme/Tmi	83,2
Dist. Me (Me)	174	183	159	191	177	165	183	154	151	183	172,0	E.F./L Fu	50,3
L A1	60%	70%	60%	60%	50%	50%	70%	60%		50%			
Formule	3.4.3.3.	3.4.3.3.	3.4.3.3.	3.4.3.3. 3.3.3.3.	3.4.3.3.	3.4.3.3.	3.4.3.3.	3.4.3.3.	3.4.3.3.	3.4.3.3. 4.4.3.3.			
L Enp3 de P4	116	116	122	119	119	119	116	119	104	119	116,9	L Fu/l Fu	58,9
l Enp3 de P4	41	43	38	46	41	41	41	38	38	46	41,3		
Epine externe Enp3 de P4	58	58	70	61	61	67	70	64	61	70	64,0	L Abd1/l Abd1	82,5
Epine interne Enp3 de P4	125	122	130	130	133	128	136	133	119	130	128,6		
L soie P5 (1er art.)	68	78,5	66,5	72,5	72,5	78,5	69,5	72,5	75,5	75,5	73,0	L Th2/l Th1	97,0
L soie de P5 (2ème art.)	136,5	155,0	135,0	130,5	142,0	145,0	140,5	133,5	123,0	159,5	140,0	L Th/1/l Th1	110,0
L et l du 2ème art. de P5	39,0-18,5	39,0-19,5	39,0-17,5	43,5-19,0	39,0-17,5	43,5-19,0	37,5-19,0	40,5-17,5	36,0-17,5	43,5-20,5	40,0-18,5		
L épine latérale de P5 2ème art.	35,0	33,5	30,5	36,0	32,0	37,5	32,0	30,5	32,0	33,5	33,3		
l Fu	66	78	70	70	70	72	70,0	70,0	64	76	70,6		
Observations:		8 à 11 oeufs par sac			17 à 19 oeufs par sac					11 oeufs par sac	10 à 12 oeufs par sac		
Mesures en µ.													
L A1.: en % du Th2, le bord antérieur du Th2 correspond à 0%, le bord postérieur à 100%.				Formule différente à droite et à gauche						Formule différente à droite et à gauche			



TABLEAU II

Espèce		C. scutifer scutifer	C. scutifer wigrensis	C. vicinus vicinus		C. vicinus kikuchii	C. vicinus lobosus		C. alyssorum alyssorum		C. alyssorum bodanus	C. tatricus tatricus			C. tatricus alpestris	C. bohater			C. strenuus landei				C. furcifer			C. kolensis	C. strenuus strenuus		C. strenuus vranae	C. strenuus prealpinus		C. strenuus corsicana	
Auteur	Kz: K : Th: L : D :	Kz	Kz	Kz	D	Kz	K	D	Kz	Th	K	Kz	Th	D	Th	Kz	K	D	Kz	Th	K	D	Kz	Th	D	Kz	Kz	Th	Kz	K	D	L	D
	Kz: K : Th: L : D :																																
1Th <sub>4</sub> /1Th <sub>1</sub> en %		6 6	81.4	86.0	83.7	82.5		82.7	64.1	68		63.2	67	68.5	70.0	64.9		86.9	56.0	52.0		54.0	68.0	68.0	60.6	66.7	65.8	68	72.3	56-66	58.4		64.2
1Th <sub>5</sub> /1Th <sub>4</sub> en %		93.0	89.7	81.1	79.4	80.8		82.5	86.4	83		83.6	82.0	80.0	70.0	83.0		79.0	83.9	88.0		86.5	81.7	64.0	83.7	79.9	78.4	84	80.0		91.5		84.6
LAbd <sub>1</sub> /lAbd <sub>1</sub> en %		92.3	91.4	93.6	86.5	102.9		94.1	90.6			85.2		82.5		101.7		92.8	100.6			96.5	105.7		90.0	113.3	100.2		103.1		89.3		95.0
Dist Me/LFu en %		61.8	62.3	76.0	78.0	76.7		78.2	77.0			76.9		82.8		79.5		85.0	74.7			77.0	78.9		84.7	72.0	77.7		79.2		80.5		80.8
EF/LFu en %		41.2	41.3	38.0	34.5	29.5		38.6	42.7			42.7		50.3		43.4		54.7	44.2			37.5	32.0		30.7	42.9	40.4		45.2		42.0		52.8
LFu/lFu en %		510	515	730	63.0	847	760	708	813	703	883	654	667	589	667	645	570	652	559	552	490	477	918	527	733	490	625	625	606	596	580	569 à 667	497
Ti/LFu en %		129.4	125.1		114.0	82.3		112	112.7			109.2		119.0		113.1		89.8	102.0			116			40	118.0				114.9	1100	108.9	
Tmi/LFu en %		280.6	251.1	154?	186.0	231.8	189	174	210.7		201	279.7		267.0		223.7	256	184.5	263.5		290	264			239	276.3				354.0	311.0		249
Tme/LFu en %		189.6	178.4		155.6	183.1		146	175.4			227.1		224.0		191.7		158.0	209.5			222			174.5	223.1				238		202.5	
Te/LFu en %		61.0	58.2		50.8	48.2		52.0	52.1			57.6		68.0		54.3		51.0	67.9			74.0			35.6	72.3				56.0		55.1	
Tme/Tmi en %		67.6	71.3	84.4	83.8	79.1		84.0	83.6			82.8		83.2		85.7		85.7	79.5			84.5	78.7		73.2	80.7	83.5		82.5		76.5		81.1
Ti/Te en %		220.8	215.1	226.6	224	170.9	226	215	217.2	200	165	181.8	186	174.5	222	208.6	195	176.0	151.2	149.0	142.0	157.0	121.3	163	112.5	163.1	139.8	136	179.1	193	204.5	190 à 203	197.5
Epine Ext Int Enp <sub>3</sub> P <sub>4</sub> en %		34.0	33.4	38.4	40.8	44.7		46.6	47.7			51.7		49.8		54.8		60.5	38.4			46	42.4		46.7	34.2	45.7		53.6		45.8		46.5
CP/CA en %		45.5	45.9	42.8	4.6	43.3	41-42	38.8	36.5	33	35.9	34.8	34	36.8(34)	32	41.0	40.9	42.2	41.8	42	41.9	43	42.9	41.0	40.7	44.1	41.6	41	43.0	41.7	37.8		41.6
CP/L en %					29.4			27.9						26.8(25.4)				29.7				30			23.9					27.5		29.4	
1C <sub>5</sub> h/L en ‰		306.4			339			323	353.5	379		372.8	365	370(377)	358			369	356	362		365	361.9	360	381		361.4	385.0	340.2		379.0		357
1Th <sub>5</sub> /1Th <sub>1</sub> en %					66.0			68.2						61.9				52.9				46.5			50.7					52.2		54.3	
1Th <sub>5</sub> /lAbd <sub>1</sub> en %					137.1			144.8						129.4				126.0				113.5			126.0					123.0		131.0	
1Th <sub>2</sub> /1Th <sub>1</sub> en %					95.5			85.6						97.0				97.0				97.5			94.3					94.5		93.2	
1Th <sub>1</sub> /1Th <sub>1</sub> en %					116.5		125-128	111.4			111.3			110.0			113.5	103.5			119	108.5			100.0					122.0	111.0		112.6
Long. tot. : CA+CP+LFu. en µ		1254	1612	1717	1713	1743	1621	2173	2004	1600	2414	1702	1710	1718	1740	2435	2389	2297	1510	1550	1395	1483	1992		1590	1400	1890	1950	1894	1458	1529	1782 à 1939	1590

tes thoraciques et d'autre part d'effectuer les mensurations sur la partie postérieure de l'animal. Les mesures les plus sûres et dont la valeur dépend le moins de l'observateur et de la préparation semblent être, de ce fait: (pour les abréviations se reporter à la fig 2.).

$L\ Th_1, L\ Th_4 + L\ Th_5, l\ Th_1, l\ Th_2, l\ Th_4, l\ Th_5, L\ Abd_1, L\ Abd_2, L\ Abd_3, L\ Abd_4, l\ Abd_1, l\ Abd_4, L\ Fu, l\ Fu, Te, Ti, Tme, Tmi, Dist. Me, L\ Enp_3\ P_4, l\ Enp_3\ P_4, Ep. ext. et Ep. int. Enp_3\ P_4.$

La taille variable des individus oblige à considérer non pas les mesures en valeur absolue mais des rapports de longueur dont le plus habituel est peut-être le rapport  $L/l\ Fu$  de la longueur à la largeur d'une branche furcale (ou son inverse suivant certains auteurs) Les principaux rapports utiles dont les valeurs sont sûres sont:

$L/l\ Th_1; l\ Th_2/l\ Th_1; l\ Th_4/l\ Th_1; l\ Th_5/l\ Th_1; l\ Th_5/l\ Th_4; l\ Th_5/l\ Abd_1; L/l\ Abd_2; L/l\ Fu; Dist. Me/L\ Fu; Ti/Te; EF/LFu; Tmi/LFu; Tme/LFu; Te/LFu, Tme/Tmi; Ep. Ext/Ep. Int. Enp_3\ P_4;$  auxquels il faut ajouter  $CP/CA; CP/L; l\ Cph/L.$  Ces rapports peuvent être

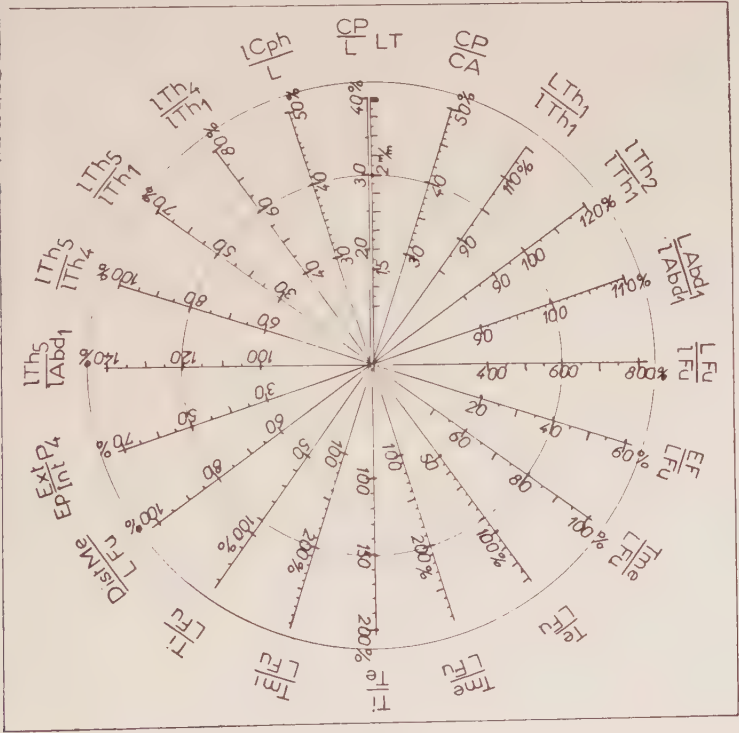


Fig. 3. Grille pour le dessin des diagrammes

Nota: Dans la grille entre  $\frac{EF}{L\ Fu}$  et  $\frac{Te}{L\ Fu}$ , lire  $\frac{Tme}{Tmi}$  (au lieu de  $\frac{Tme}{L\ Fu}$ ).



groupés pour un individu ou une population donnée en un diagramme facile à „lire”. Pour suivre KOZMINSKI et être plus complet, il aurait fallu considérer également les rapports suivants:

$$\begin{array}{c} \text{soie 2ème art. } P_5, \quad \frac{\text{soie 1er art. } P_5}{L}, \quad \frac{\text{soie 1er art. } P_5}{\text{soie 2ème art. } P_5}, \quad \frac{T_{mi}}{L}, \quad \frac{L \text{ Fu}}{L}, \\ \frac{L \text{ dors.}}{L \text{ Fu}}, \quad \frac{\text{Ep. int. } P_4}{L P_4}, \quad \frac{L \text{ Enp}_3 P_4}{1 \text{ Enp}_3 P_4} \end{array}$$

mais le diagramme aurait été alors trop chargé.

Les planche I à III permettent de se rendre immédiatement compte des variations existant entre les diverses formes étudiées; chacun des diagrammes originaux a été établi sur une moyenne d'au moins dix individus, donnant ainsi une probabilité acceptable des résultats. Les mensurations de KOZMINSKI, d'autres auteurs, et celles effectuées sur du matériel français y sont comparées; les cercles de référence permettent de constater les différences existant entre *C. strenuus strenuus* pris comme type (et de ce fait à diagramme presque circulaire) et les autres formes du groupe.

Le tableau I fournit par ailleurs un exemple d'établissement de diagramme, et le tableau II un résumé des moyennes établies ou utilisées dans les diagrammes.

Cette forme de présentation en diagramme simple permet de se faire une idée synthétique d'une forme déterminée et évite de donner aux chiffres une importance qu'ils ne doivent pas avoir. L'écologie des *Cyclops* est encore trop mal connue pour permettre de donner à tel ou tel caractère une importance particulière, telle la longueur totale ou le rapport CP/CA, le nombre d'oeufs par sac ovigère ou la longueur relative des segments thoraciques.

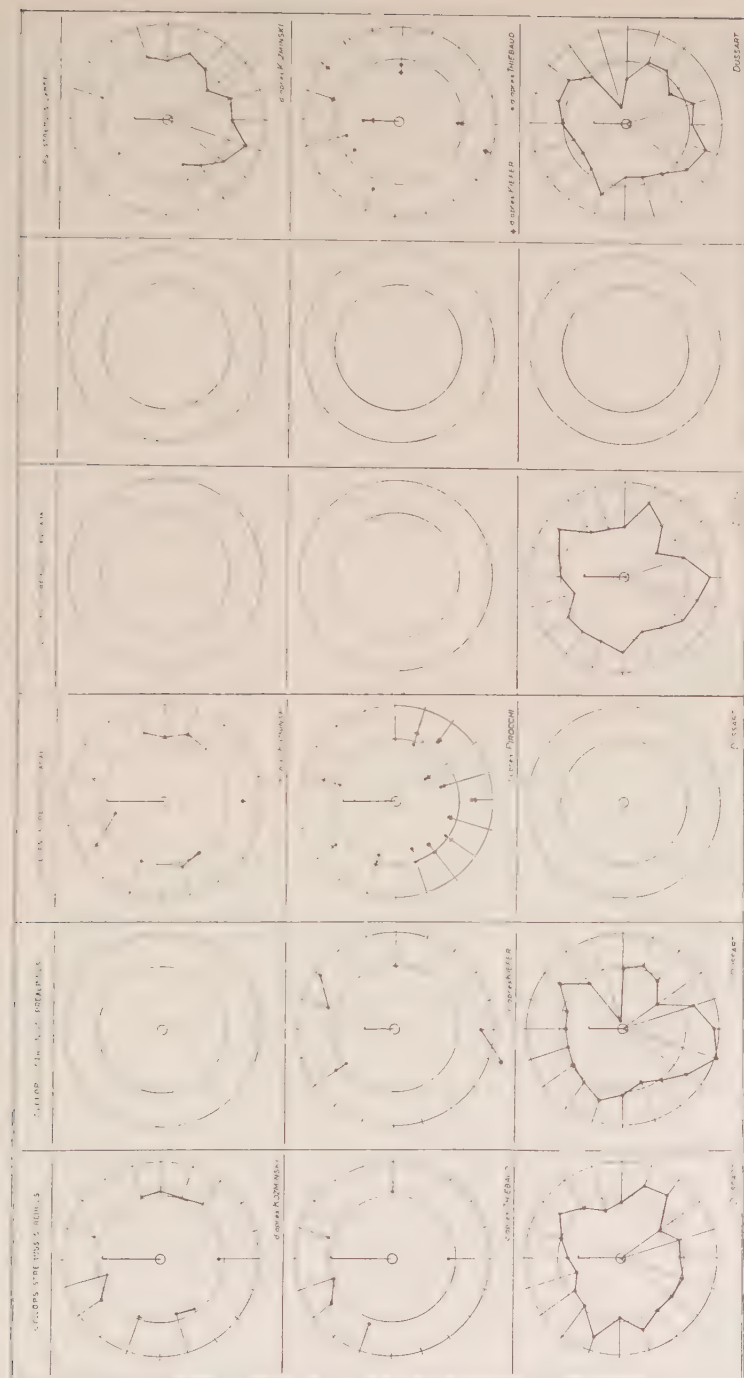
## DETERMINATION

Pour permettre de mettre un nom sur les individus d'une population déterminée, il sera donc nécessaire tout d'abord de mesurer un certain nombre d'individus, d'établir les moyennes de ces mesures puis les rapports de taille et de comparer ces rapports à ceux des espèces dites types. Celles-ci peuvent être différenciées grâce à la clé suivante:

Clé de détermination des espèces du genre *Cyclops* susceptibles d'être trouvées en France ou à prendre en considération pour comparaison:

(pour *C. abyssorum carinthica* et *C. abyssorum gracilipes* se reporter à LINDBERG 1955)

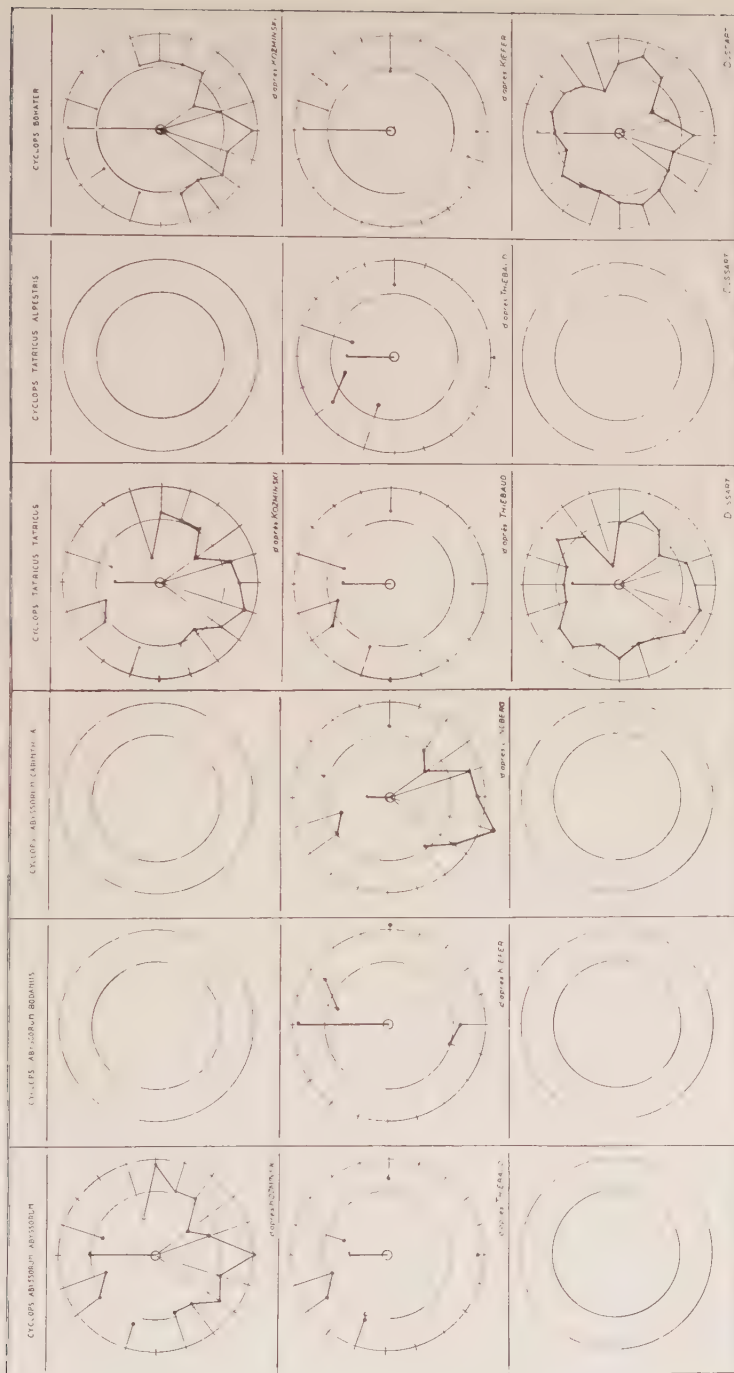
# PLANCHE I



- 1 (2) Antennules des femelles à 14 articles .... *C. insignipes* 3
- 2 (1) Antennules des femelles à 17 articles ..... 4
- 3 (6) Quatrième et cinquième segments thoraciques tous deux latéralement prolongés en expansions aliformes importantes chez la femelle ..... 4
- 4 (5) Branches de la furca quatre à cinq fois plus longues que larges, formule des épines des exopodites 3.4.3.3. .... *C. scutifer* 21
- 5 (4) Branches de la furca environ sept fois plus longues que larges, formule 2.3.3.3 ..... *C. vicinus* 23
- 6 (3) Quatrième et cinquième segments thoraciques non tous deux latéralement prolongés en expansions aliformes importantes chez la femelle, mais l'un d'eux pouvant l'être plus ou moins ..... 7
- 7 (8) Epine latérale au milieu de l'article terminal de la 5ème patte, petite, grêle; Cinquième segment thoracique peu plus large que le premier segment de l'abdomen, corps élancé ..... *C. lacustris*
- 8 (7) Epine latérale au milieu de l'article terminal de la 5ème patte relativement forte ..... 9
- 9 (12) Deuxième segment thoracique enveloppant nettement le 3ème segment thoracique par ses angles latéro-postérieurs plus ou moins étirés en pointes ..... 10
- 10 (11) Les deux premiers segments thoraciques libres très larges mais modérément allongés; 5ème segment thoracique latéralement en pointes aiguës, espèce de grande taille (2300  $\mu$  au moins) ..... *C. bohater*
- 11 (10) Les deux premiers segments thoraciques libres assez allongés, cinquième segment thoracique peu étiré latéralement en pointes; Espèce de taille moyenne (1700  $\mu$  le plus souvent), d'aspect assez élancé ..... *C. tatricus* 27
- 12 (9) Deuxième segment thoracique n'enveloppant pas nettement le 3ème segment thoracique par ses angles latéro-postérieurs ..... 13
- 13 (16) Branches de la furca sept à neuf fois plus longues que larges ..... 14
- 14 (15) Soie terminale interne de la furca plus de deux fois plus longue que la soie terminale externe; Soie terminale médiane interne très longue. Abdomen assez court, sans la furca 32 à 38 % du Cephalothorax, et tronconique. .... *C. abyssorum* 29
- 15 (14) Soie terminale interne de la Furca à peine plus longue que la soie terminale externe.  
Abdomen assez long, sans la furca plus de 40 % du cepha-

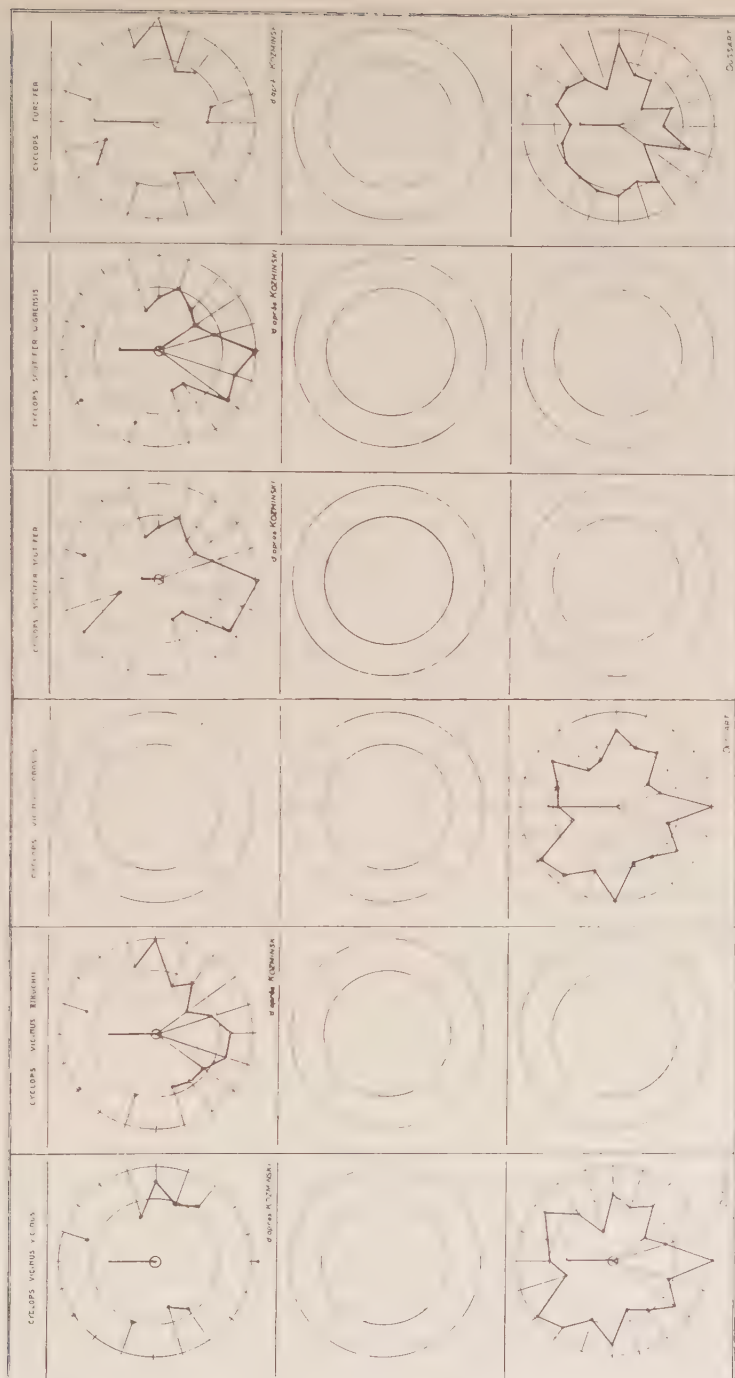


# PLANCHE II



- lothorax et subcylindrique dans sa partie distale, renflé antérieurement. Formule des épines du 3ème article de l'exopodite mal définie (2.3.3.3.—3.4.3.3. ou une autre combinaison) ..... *C. furcifer*
- 16 (13) Branches de la furca cinq à six fois plus longues que larges en moyenne ..... 17
- 17 (18) Formule des épines du 3ème article de l'Exopodite 2.3.3.3. Segment génital peu renflé antérieurement, faiblement tronconique ..... *C. kolensis*
- 18 (17) Formule des épines du 3ème article de l'Exopode, 3,4,4,3, Segment génital fortement tronconique ..... 19
- 19 (20) Céphalothorax se rétrécissant fortement postérieurement; Cinquième segment thoracique à peine plus large que le segment génital ..... *C. strenuus landei*
- 20 (19) Céphalothorax peu rétréci vers l'arrière, cinquième segment thoracique nettement plus large que le segment génital ..... *C. strenuus s. str.* 32
- 21 (22) Animal de petite taille (moyenne: 1254  $\mu$ ) soie furcale dorsale longue (9,3% de la longueur du corps)  
Forme d'eaux oligotrophes ..... *C. scutifer scutifer*
- 22 (21) Animal d'assez grande taille (moyenne: 1612  $\mu$ ), soie furcale dorsale plutôt courte (7,7% de la longueur du corps)  
Forme d'eaux eutrophes ..... *C. scutifer wigrensis*
- 23 (24) Deuxième segment thoracique à angles latéropostérieurs étirés vers l'arrière et formant boucliers latéraux .....  
*C. vicinus lobosus*
- 24 (23) Deuxième segment thoracique normal ..... 25
- 25 (26) Soie terminale interne de la furca longue (227% de la soie terminale externe). Soie terminale médiane interne relativement courte (313% de la longueur du corps) .....  
*C. vicinus vicinus*
- 26 (25) Soie terminale interne de la furca relativement courte (171% de la soie terminale externe). Soie terminale médiane interne relativement longue (393% de la longueur du corps) ..... *C. vicinus kikuchii*
- 27 (28) Angles latéropostérieurs du 4ème segment thoracique aigus et dirigés vers l'arrière ..... *C. tatricus tatricus*
- 28 (27) Angles latéro-postérieurs du 4ème segment thoracique étirés en prolongements aliformes plus ou moins recourbés vers l'avant. Bord antérieur du 4ème segment thoracique aussi large que le troisième segment thoracique .....  
*C. tatricus alpestris*
- 29 (30) Grande taille (2170 à 2420  $\mu$ ). Branches de la furca 8,3 à 9,2 fois plus longues que larges. Soie terminale interne

# PLANCHE III



- plus courte qu'une branche de la furca .....  
*C. abyssorum bodanus*
- 30 (31) Taille plus petite (2004  $\mu$ ). Branches de la furca moins de 8,2 fois plus longues que larges; soie terminale interne plus longue qu'une branche de la furca .....  
*C. abyssorum abyssorum*
- 31 (29) Taille très petite (moins de 1400  $\mu$ ) Branches de la furca seulement 6,6 fois plus longues que larges. Soie terminale interne plus longue qu'une branche de la furca .....  
*C. abyssorum carinthica*
- 32 (33) Forme de petite taille (1405 à 1635  $\mu$ ); soie terminale interne relativement longue ( $Ti/Te = 1,93$ — $Ti/L.$  corps = 151 à 178 %); soie terminale médiane interne très longue ( $Tmi/Te = 6$ — $Tmi/L.$  Fu = 3,4). Cinquième patte à épine latérale courte, ne dépassant pas l'extrémité de l'article qui la porte ..... *C. strenuus prealpinus*
- 33 (32) Forme de taille normale (1800 à 2300  $\mu$ ), à soie terminale interne beaucoup plus courte ( $Ti/L.$  corps moins de 140  $^{0}/_{00}$ ) Cinquième patte à épine latérale dépassant plus ou moins l'extrémité de l'article qui la porte ..... 34
- 34 (35) Antennules très longues ( $A_1/L.$  corps = 492  $^{0}/_{00}$ ) atteignant souvent la moitié du 3ème segment thoracique. ( $Tmi/Te = 4,7$ ,  $Tmi/L.$  Fu = 2,5,  $Ti/L.$  corps = 133)  
*C. strenuus vranac*
- 35 (34) Antennules de taille normale dépassant rarement ou de peu l'extrémité du 2ème segment thoracique ..... 36
- 36 (37) Quatrième segment de l'abdomen moins long que le troisième segment ( $Ti/L.$  corps = 126)  $Ti/Te = 1,90$  à 2,03  
*C. strenuus corsicana*
- 37 (36) Quatrième segment de l'abdomen plus long que le troisième,  $Ti/L.$  corps = 138 (120 à 157),  $Ti/Te = 1,40$ ,  $Tmi/L.$  Fu = 1,8,  $Tmi/Te = 3,9$ ) .... *C. strenuus strenuus*

## REMARQUES

*Cyclops strenuus strenuus* S. FISCHER, 1851.

La diagnose de FISCHER est assez précise et ses dessins assez clairs pour permettre une description exacte de cette forme; par contre SCHMEIL (1892) a désigné sous ce nom *C. vicinus* OULIANINE. Il faut attendre KOZMINSKI (1927) pour avoir une diagnose définitive de cette forme, diagnose qui n'a plus subi, depuis, de modification substantielle. Matériel de choix pour de nombreuses études, RAVERA (1954) en a dessiné tous les stades de développement tandis

que FAUTREZ et FAUTREZ-FIRLEFYN (1953) ont étudié les relations entre nucléole et cytoplasme dans son oocyte.

Les caractéristiques essentielles de cette espèce sont celles données ci-dessus dans la clé et le diagramme. Il est bon d'y ajouter les données biologiques et écologiques suivantes: *C. strenuus strenuus* est essentiellement une forme de mare et de petit étang et serait plus exigeant qu'on ne le croit généralement quant à la teneur des eaux en matières organiques et surtout en chlorures. Pouvant former un stade de repos sans enkystement (ELGMORK 1955) l'espèce semble être paléarctique. Elle a été signalée en de très nombreux points mais peu nombreux ont été les observateurs au courant des travaux de KOZMINSKI et ayant donc effectué une détermination exacte. Espèce d'hiver, elle est sténotherme d'eau froide quoique assez tolérante; chacun des sacs ovigères contient une soixantaine d'oeufs environ. Observée de très nombreuses fois en France, il serait vain de vouloir rappeler ici tous les points où elle a été signalée de Lille aux Pyrénées, des Vosges à la Brenne et des Alpes à la région parisienne. De très nombreuses références ne sont d'ailleurs que d'un intérêt très relatif, les déterminations étant insuffisantes. Il est très probable que les déterminations de PELOSSE dans les Alpes et de BALDENSPERGER dans les Vosges, en particulier, n'ont pas trait à *C. strenuus* mais plutôt à *C. tatricus*.

*Cyclops strenuus prealpinus* F. KIEFER, 1939.

Dans les grands lacs préalpins, l'espèce type est remplacée par une forme assez voisine, mais se rapprochant également de *C. abyssorum* par certains caractères. Les sacs ovigères ne contiennent que très peu d'oeufs (une douzaine et même souvent moins). Tout d'abord décelée en Bohême, cette forme a été plus particulièrement décrite par KIEFER (1939). Elle a été observée dans le Léman où elle représente la forme caractéristique des *Cyclops* planctoniques, dans le lac du Bourget et même au lac de la Girotte, en altitude (1750 m.). Forme facile à reconnaître grâce à ses soies furcales particulièrement allongées (sauf l'externe), *C. strenuus prealpinus* a également été observée dans le Massif Central.

*Cyclops strenuus corsicana* K. LINDBERG, 1955.

LINDBERG (1955) étudiant quelques exemplaires d'un *Cyclops* de Corse a donné le nom de *C. rubens* f. *corsicana* à la population étudiée venant du lac de Nino et se différenciant de la forme précédente par quelques caractères assez minimes. Ayant eu la possibilité d'étudier du matériel venant de ce lac, il m'a été possible de définir avec plus de précision ce type de *Cyclops* ressemblant assez à *C. lacustris* par sa P<sub>5</sub> et la forme générale de son corps, mais s'en différenciant par sa



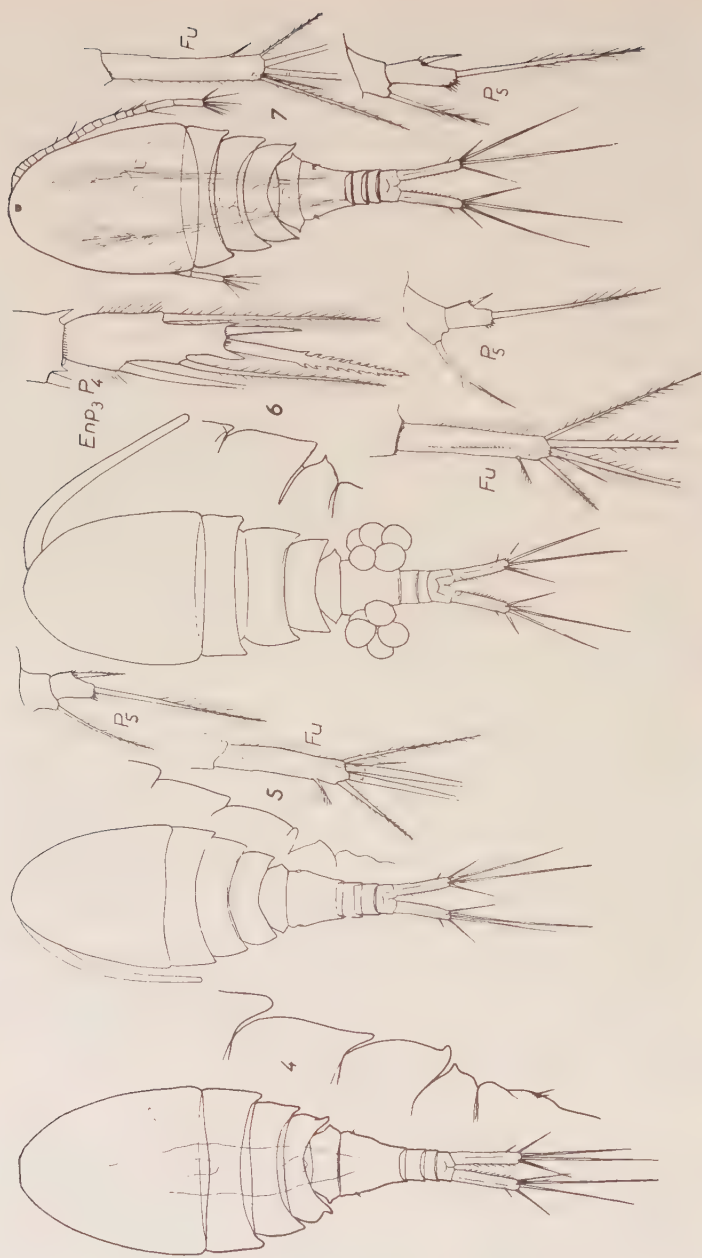


Fig. 4. *C. strenuus strenuus* Fig. 5. *C. strenuus landi* Fig. 6. *C. strenuus corsicana* Fig. 7. *C. strenuus prealpinus*

furca et plusieurs autres caractères. Cette forme n'a jamais encore été rencontrée ailleurs.

*Cyclops strenuus vranæ* Z. KOZMINSKI, 1927.

Il ne m'a pas encore été possible d'étudier personnellement cette forme bien décrite à la fois par KOZMINSKI et PIROCCHI, mais sa présence en Italie du Nord permet de penser qu'elle existe dans le Sud de la France. C'est une forme pélagique lacustre à corps plutôt épais et se rapprochant comme la sous-espèce précédente de *C. lacustris*. Son écologie est encore mal connue et la variabilité de sa forme rend nécessaire une meilleure définition de ses critères de différenciation. Etudiant biométriquement *C. strenuus vranæ*, PIROCCHI (1951) range les caractères à retenir d'après leur facilité d'observation et considère comme les plus valables les rapports suivants:  $L\ Tme\ L\ Tmi$ ,  $L\ Tmi\ L\ Fu$ ,  $Th./C.A.\ Th_1/\ Th_1$ ,  $Ti/Te$ ,  $l\ Fu/L\ Fu$ ,  $L\ soie\ dors./L\ Fu$ , ép.  $P_5^2/soie\ P_5^2$ ,  $soie\ P_5^1/soie\ P_5^2$ ,  $E.F_1.\ L\ Fu$ .

*Cyclops lacustris* G. O. SARS, 1863.

LINDBERG, après avoir pensé que le *Cyclops* étudié par VIVIER (1933) dans le lac d'Arvouin (Hte-Savoie) pouvait être *C. lacustris*, suppose que cette forme n'existe pas en France. Il est en effet peu probable qu'elle ait subsisté sous sa forme typique après le retrait des glaciers alpins, mais les formes citées ci-dessus pourraient être considérées comme proches parentes et descendantes de celle décrite par SARS en 1863. Quant au *Cyclops* du lac d'Arvouin nous verrons par la suite qu'il n'a probablement rien à voir avec *C. lacustris*. Nous ne possédons malheureusement que peu de données certaines sur l'espèce type sinon que c'est une forme des lacs oligotrophes d'Europe septentrionale à  $P_5$  caractéristique.

*Cyclops strenuus landei* Z. KOZMINSKI, 1933.

Tout d'abord considérée comme sous-espèce de *C. strenuus*; ce *Cyclops* fut élevé au rang d'espèce par KIEFER (1954). Cependant plusieurs auteurs ont préféré suivre KOZMINSKI (1933) et classer cette forme comme sous-espèce, en donnant à son écologie une importance particulière. Il semble qu'il y ait tous les termes de passage entre *C. strenuus* type et *C. strenuus landei*, c'est pourquoi il est préférable d'en faire seulement un terme extrême du type. KOZMINSKI en faisait une forme d'eaux dystrophes, cependant elle fut retrouvée par KIEFER (1954) dans le lac de Constance et je l'ai retrouvée dans une mare temporaire française à eau légèrement acide mais non dystrophe au sens réel de ce terme. Elle semble pourtant affectionner ce genre de milieu en hiver. Observée au lac Luitel (Isère), lac-tourbière typique, elle colonise les eaux acides en Haute-Saône et certains

étangs de la Dombes (Ain). Sténotope, elle aurait la même répartition et la même écologie que le Cladocère *Holopedium gibberum*.

*Cyclops abyssorum abyssorum* G. O. SARS 1862.

Facile à confondre avec *Cyclops strenuus prealpinus*, *C. abyssorum* se reconnaît à sa furca très allongée. Par ailleurs il semble qu'une étude plus approfondie de cette forme s'impose afin de permettre sa comparaison avec les sous-espèces de *C. strenuus* à furca allongée. Signalée par LE ROUX (1907) dans le lac d'Annecy, elle ne semble pas être commune en France. Une prospection systématique des eaux profondes des lacs eutrophes en février-mars, ou en août (l'espèce est dicyclique) permettrait probablement de juger de cette supposition.

*Cyclops abyssorum bodanus* F. KIEFER 1954.

KIEFER (1954) a dénommé ainsi une forme qu'il a observée dans le lac de Constance et semblant être à *Cyclops bohater* ce qu'est *C. vicinus lobosus* à la forme typique de cette espèce, une race très localisée. Sa grande taille et sa P<sub>5</sub> à soies caractéristiques en font une forme très reconnaissable d'eaux profondes lacustres localisée au voisinage du fond en compagnie de *Megacyclops viridis*. Cette „race” n'a encore été rencontrée nulle part ailleurs que dans sa station du Bodan.

*Cyclops abyssorum carinthica* K. LINDBERG, (1955), et *Cyclops abyssorum gracilipes* LINDBERG, (1955).

Récemment LINDBERG (1955) représentant quelques échantillons de la collection de SARS a défini deux types nouveaux rattachables à l'espèce *C. abyssorum*, l'une provenant de Carinthie, l'autre du lac Teletzki. RYLOV (1948) a également étudié la population de ce lac. Il est peu probable que ces formes soient présentes en France; cependant il sera nécessaire pour s'en assurer d'étudier un certain nombre de populations d'*abyssorum* et de déterminer ainsi la variabilité de l'espèce.

*Cyclops tatricus tatricus* Z. KOZMINSKI 1927.

Dans sa description originale, KOZMINSKI (1927) émet l'hypothèse que *C. tatricus* est la forme banale de toutes les Alpes. Les faits confirment cette assertion. Caractérisée par son deuxième segment thoracique caractéristique, *C. tatricus* colonise la plupart de nos lacs alpins et pyrénéens d'altitude, quoique n'ayant jamais été signalé en France jusqu'à maintenant. La valeur du critère de différenciation de cette forme n'échappe cependant pas. D'après RZOSKA (1927) *C. tatricus* aurait une taille variable avec la saison, ce que confirme KOZMINSKI (1936). Il n'a pourtant pas été signalé jusqu'à ce jour d'individus supérieurs à 1. 800 $\mu$ . J'ai eu l'occasion d'étudier la popu-

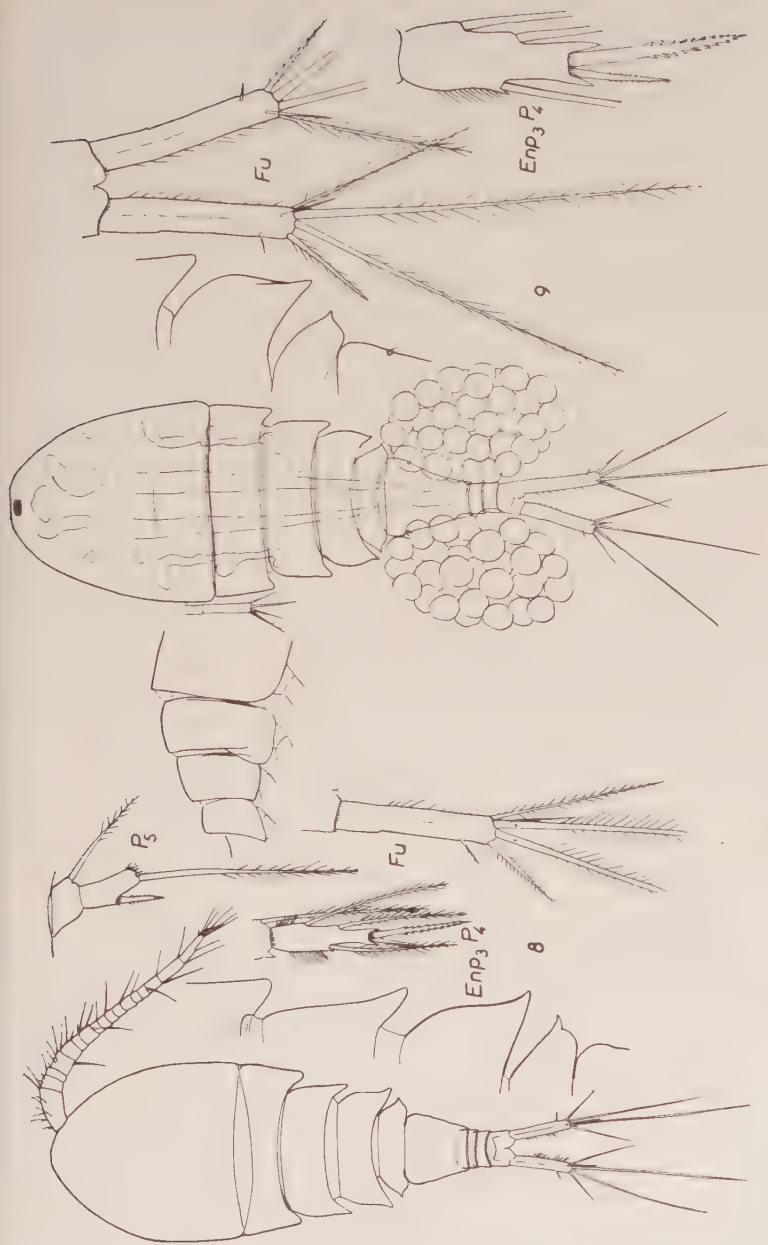


Fig. 8. *C. tatricus*

Fig. 9. *C. bohater*

lation du lac de Tignes (Isère) et grande fut ma surprise d'y observer des individus de 2.400  $\mu$ . Il ne faudrait pourtant pas confondre ce *Cyclops* avec l'espèce voisine *C. bohater* (cf. ci-dessous), les caractères morphologiques de différenciation de ces deux espèces étant constants et sûrs. J'appellerai donc cette population forme *major*, sans, pour autant, lui donner une valeur systématique. Espèce acyclique, la femelle de *C. tatricus* porte des sacs ovigères ne contenant que 10 à 25 oeufs (la forme *major* a jusqu'à 28 oeufs par sac.)

*Cyclops tatricus alpestris*, M. THIEBAUD, 1953.

THIEBAUD (1953) a récemment séparé du type une forme ayant des affinités avec *C. scutifer* par la constitution de ses segments thoraciques. Je n'ai qu'aperçu cette forme jusqu'à présent dans le lac des Bouillouses (Pyrénées orientales) et il ne m'a pas encore été possible de l'étudier biométriquement. Son organisation typique ne permet pourtant pas de la confondre avec aucune autre forme.

*Cyclops bohater* Z. KOZMINSKI, 1933.

Par sa grande taille (2,2 à 2,5 mm.) et sa forme, *C. bohater* ne peut passer inaperçu. Pourtant elle n'a jamais encore été signalée en France! Présente en Haute-Savoie comme dans l'Ain, cette forme aurait certaines exigences écologiques analogues à *C. abyssorum* d'après KOZMINSKI. A en juger par ses stations françaises, elle signalerait assez bien les eaux eutrophes et plus particulièrement celles où les matériaux d'origine végétale en décomposition abondent. Sa répartition est pratiquement inconnue. Elle n'était encore signalée que de Pologne (KOZMINSKI 1933) et d'Allemagne (KIEFER 1954).

Sans étude biométrique elle risque d'être confondue avec les formes de grande taille de *C. tatricus*.

*Cyclops vicinus vicinus* V. OULIANINE, 1875.

Cette jolie forme, très caractéristique semble être fréquente en France. Cependant sa présence n'avait guère été signalée jusqu'à présent que par LINDBERG, OLIVIER (1950) et au lac d'Eguzon (1953). Ayant colonisée toute la zone paléarctique, la formule de ses épines au troisième article de l'exopodite et la forme de ses 4ème et 5ème segments thoraciques ne permettent de la confondre avec aucune autre espèce voisine. A noter que SCHMEIL (1892) a donné à cette espèce, et par erreur, le nom de *C. strenuus*. Très eurytope, je l'ai observée dans des mares (à Saint-André d'Apchon, Loire), des étangs (dans l'Ain), des sablières, des lacs de barrage. Très eurytherme et le plus souvent dicyclique, on l'observe au printemps et en automne. RICHARD (1887) l'aurait trouvée à Mariols près de Vichy.



*Cyclops vicinus kikuchii* S. SMIRNOV, 1932.

Bien que n'ayant jamais été signalée en Europe occidentale, cette forme mérite d'être notée ici, ne serait-ce que pour en signaler l'existence à l'attention des faunisticiens et pour mieux en apprécier ultérieurement l'écologie et la biogéographie. Peu différente du type, *C. v. kikuchii* a été retrouvée en Allemagne orientale et au Japon. La taille relative des soies furcales terminales interne et externe est assez caractéristique pour différencier facilement cette sous-espèce dont la furca représente seulement 17,1 % de la longueur du corps. Ce serait une forme beaucoup plus exigeante que le type au point de vue de la teneur des eaux en substances dissoutes. Elle affectionnerait le littoral des lacs et des collections d'eau en général.

*Cyclops vicinus lobosus* F. KIEFER, 1954.

Forme considérée par KIEFER comme rare, et observée jusqu'à présent dans certains lacs allemands (Bodensee, Zellersee, Rheinsee), *C. v. lobosus* est nettement caractérisée par la forme de son 2ème segment thoracique. Considérée jusqu'à présent comme plus petite et plus svelte que le type, j'ai observé en étang (de Montrozard, Ain) une population de cette forme ayant plus de 2100  $\mu$  de longueur totale moyenne et présentant des soies furcales peu différentes du type. Le petit nombre de stations connues ne permet pas de définir avec précision son écologie et sa répartition. Des recherches ultérieures seraient nécessaires à cette fin. Sa présence en France ne fait plus aucun doute et son eurytopie relative laisse entrevoir une répartition assez vaste dans la zone paléarctique.

*Cyclops furcifer* C. CLAUS, 1857.

Bien que rarement rencontrée en France, cette belle espèce, ressemblant assez à *C. strenuus*, est facile à observer dans les eaux propices à son développement. C'est une forme printanière caractéristique des eaux temporaires (mares, flaques). Les adultes peuvent survivre à la dessiccation sous forme de kystes (ROY 1932) mais en s'opacifiant. Ne s'hybridant pas avec *C. strenuus* (LOWNDES 1932), cette espèce semble habiter toute la zone paléarctique. Elle a été observée en Europe, en Afrique du Nord et en Sibérie; ROY (1927) la signale dans la Sarthe et je l'ai moi-même trouvée dans l'Ain et en Camargue.

*Cyclops scutifer* G. O. SARS, 1863.

Quoique facile à distinguer, *C. scutifer* n'a pas été bien étudiée jusqu'à présent. Forme des régions nordiques elle a été décrite d'Europe du Nord et Centrale, de Sibérie, d'Amérique du Nord, du Groenland, d'Islande. C'est un des copépodes les plus communs de

Scandinavie et du Canada (EKMAN 1904, WILLEY 1923) cependant sa présence en Suisse (SCHMEIL 1893) est mise en doute et elle est inconnue des autres pays d'Europe occidentale. Elle vit dans les eaux lacustres; forme pélagique assez peu influencée par la composition du milieu, ce serait un sténotherme d'eau froide, monocyclique, mais sa présence signalée parfois en été montre que notre connaissance de sa biologie est encore insuffisante. Sa présence dans les Alpes, sans être sûre est vraisemblable, en particulier en altitude, au voisinage des glaciers.

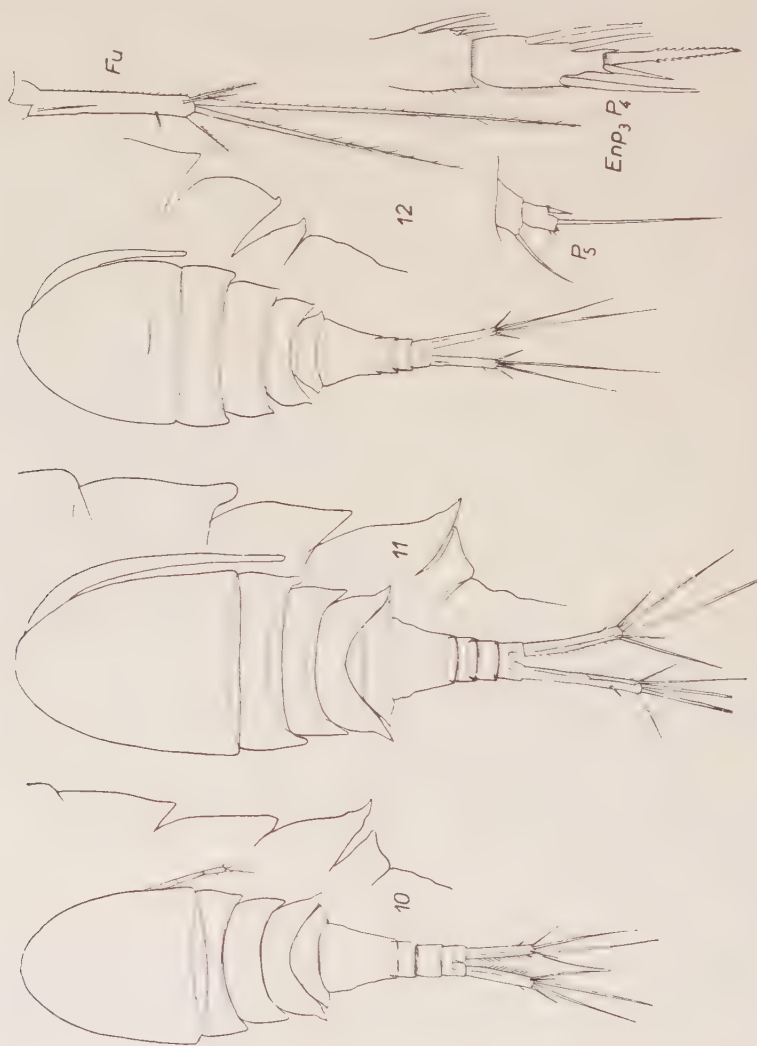


Fig. 10. *C. vicinus vicinus* Fig. 11. *C. vicinus lobosus* Fig. 12. *C. furcifer*

*Cyclops scutifer wigrensis* Z. KOZMINSKI, 1927.

Pour une forme qui n'a encore jamais été retrouvée ailleurs, KOZMINSKI a décrit, sur du matériel de la région de Wigry (Pologne), une forme se distinguant du type précédent par quelques menus caractères. Il est intéressant de la noter ici car sa répartition et son écologie étant très mal connue, elle est susceptible d'être redécrite d'autres stations quand les recherches sur les Copépodes d'eaux douces seront approfondies dans nos régions.

## CONCLUSIONS

Ainsi le nombre d'espèces et de sous-espèces du genre *Cyclops* s'est notablement accru ces dernières années et leur observation en France prouve la réalité de leur existence. La discussion de leur morphologie par mensurations et analyse biométrique de nombreux caractères permet de mieux comprendre la parenté des formes ici présentées. Le trop petit nombre de populations étudiées ne permet pas encore d'établir une filiation certaine et il est possible que des recherches ultérieures, complétant les données recueillies apportent de substantielles modifications à la systématique actuelle du groupe. Il est possible déjà de rapprocher par exemple *C. vicinus lobosus* et *C. tatricus tatricus* f. *major* de *C. bohater*, ces trois formes ayant en commun un 2ème segment thoracique très enveloppant, caractère trop important pour être considéré comme un simple détail, la forme en aile des 4ème et 5ème segments thoraciques ayant certainement une moindre valeur systématique que ce précédent caractère.

De même la forme de la  $P_5$  est assez variable pour permettre une étude comparée, les espèces à longue  $P_5$  pouvant être considérées comme plus primitives que celles à  $P_5$  en voie de régression.

Les soies furcales, par contre, ont une importance moins grande car elles sont en relation étroite avec l'écologie des organismes, les formes pélagiques ayant le plus souvent des  $T_{mi}$  et  $T_{me}$  plus longues, et une dorsale également plus longue.

En tenant compte de ces observations il sera possible un jour de revoir les dénominations présentées ici et de classer certaines sous-espèces au rang d'espèces vraies. La parenté évidente entre certains *C. strenuus* et certains *C. abyssorum* permettra également de réviser la notion d'espèce à ce niveau, mais pour l'instant il n'est pas possible, faute de matériel en quantité suffisante d'aller plus avant. Le but poursuivi ici n'a été que de clarifier le problème et non de le résoudre. Il est maintenant possible d'étudier sans difficulté le groupe en France, et les recherches ultérieures apporteront sans doute les éléments qui manquent encore actuellement. Enfin, la remarque de LINDBERG

(1950) signalant que „l'étude du groupe *strenuus* en France est un champ vierge ouvert aux investigations” ne semble plus valable bien qu'il ne soit pas possible de considérer, bien au contraire, l'essai ci-dessus comme une analyse complète et définitive de ce groupe.

## BIBLIOGRAPHIE

- AGUESSE, P. C. & DUSSART, B. H. - 1956 - Sur quelques crustacés de Camargue et leur écologie; *Vie et Milieu*, 7, 4, : 481—520.
- BALDENSPERGER, A. - 1925 - La faune et la flore planctoniques des lacs des Hautes-Vosges. I; *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, n.s. 19: 153—176.
- BALDENSPERGER, A. - 1926 - La faune et la flore planctoniques des lacs des Hautes-Vosges. II; *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, n.s., 20, : 63—89.
- BALDENSPERGER, A. - 1927—1928 - La faune et la flore planctoniques des étangs du Haut-Rhin et des régions voisines; *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, N.S., 21, : 170—297.
- CLAUS, C. - 1857 - Das Genus *Cyclops* und seine einheimische Arten; *Arch. Naturgesch.*, 23, : 1—40.
- CLAUS, C. - 1893 - Neue Beobachtungen über die Organisation und Entwicklung von *Cyclops*. Ein Beitrag zur Systematik der Cyclopiden; *Arb. Zool. Inst. Wien*, 10, : 283—356.
- ELGMORK, K. - 1955 - A resting stage without encystment in the annual cycle of the freshwater copepod *Cyclops strenuus strenuus*; *Ecology*, 36, 4, : 739—743.
- EKMÁN, Sv. - 1904 - Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebende Copepoden der Nordschwedischen Hochgebirge; *Zool. J., Abt. Syst.*, 21, : 1—170.
- FAUTREZ, J., & FAUTREZ-FIRLEFYN, N. - 1953 - A propos des relations entre nucléole et cytoplasme dans l'Oocyte de *Cyclops strenuus*; *C.R. Soc. Biol. Paris*, 147, 3/4, : 351—352.
- FISCHER, S. - 1851 - Beiträge zur Kenntnis der in der Umgegend von St-Petersburg sich findenden Cyclopiden; *Bull. Soc. Imper. des Naturalistes de Moscou*, 24, 2, : 409—438.
- FRYER, G. - 1954 - Contribution to our knowledge of the biology and systematics of the freshwater copepoda; *Rev. Suisse d'Hydrol.* 16, 1, : 64—77.
- HERBST, H. V. - 1951 - Ökologische Untersuchungen über die Crustaceenfauna südschleswigischer Kleingewässer mit besonderer Berücksichtigung der Copepoden; *Arch. Hydrobiol.*, 45, 4, : 413—542.
- JURINE, L. - 1820 - Histoire des Monocles qui se trouvent aux environs de Genève. Genève. 260 p.
- KIEFER, F. - 1927 - Versuch eines Systems der Cyclopiden; *Zool. Anz.*, 73, 11/12, : 302—308.
- KIEFER, F. - 1928 - Über Morphologie und Systematik der Süßwasser-Cyclopiden; *Zool. J.* 54, : 495—558.
- KIEFER, F. - 1939 - Zur Kenntnis des *Cyclops „strenuus”* aus dem Bodensee; *Arch. Hydrobiol.*, 36, : 94—117.
- KIEFER, F. - 1954 - Zur Kenntnis der freilebenden Ruderfusskrebse des Bodensees; *Beitr. naturk. Forsch. Südwestdeutschl.*, 13, 2, : 86—92.
- KOZMINSKI, Z. - 1927 - Über die Variabilität der Cyclopiden aus der *strenuus* Gruppe auf Grund von quantitativen Untersuchungen; *Bull. Acad. Pol. Cracow*, n° suppl. 1, : 1—114.



- KOZMINSKI, Z. - 1933 - Badania morfometryczne i ekologiczne nad oczlikami (Cyclopidae) z grupy *strenuus*; *Archiw. Hydrobiolog. i Rybactwa, Suwalki*, 7.: 59—140.
- KOZMINSKI, Z. - 1936 - Morphometrische und ökologische Untersuchungen an Cyclopiden der *strenuus* Gruppe; *Int. Rev. ges. Hydrob. u. Hydrog.*, 33, 3/4.: 161—240.
- LE ROUX, M. - 1907 - Recherches biologiques sur le lac d'Annecy; *Ann. Biol. lacustre*, 2.: 1—169.
- LINDBERG, K. - 1950 - Liste des Cyclopides gnathostomes (Crustacés Copépodes) de France, d'Allemagne, de Suisse, de Belgique et des Pays-Bas; *Feuille des Naturalistes, n.s.* 3, 1/2.: 23—27.
- LINDBERG, K. - 1955 - Diagnoses de quelques représentants du groupe *Cyclops rubens* (JURINE) syn. *Cyclops strenuus* FISCHER (crustacés Copépodes); *Nytt. Mag. for Zool.*, 3.: 99—105.
- LINDBERG, K. - 1955 - Contribution à l'étude de la faune d'eau douce de Corse. Copépodes; *Vie et Milieu*, 6, 2.: 241—247.
- LINDBERG, K. - 1956 - *Monoculus quadricornis rubens* L. JURINE 1820. Synonyme *Cyclops strenuus* S. FISCHER 1851; *Bull. soc. zool. Fr.* 81, 2/3.: 115—120.
- LINNE, C. - 1746 - Fauna Suecica. 411 pp.
- LINNE, C. - 1775 - Systema Naturae, 2, 12ème Ed. allemande par P.L.S. MÜLLER. Nürnberg.
- LINNE, C. - 1789 - Entomologia IV.
- LOWNDES, A. G. - 1932 - The results of breeding experiments on the genus *Leptocylops* G. O. SARS, with some general notes on the results of culture experiments; *Ann. Mag. Nat. Hist.* 10, 10.: 45—80.
- MAYR, E., LINSLEY, E. G. & USINGER, R. L. - 1953 - Methods and principles of systematic zoology; McGraw-Hill Book Company, Inc. 328 pp.
- OLIVIER, L. - 1950 - Contribution à la connaissance de la faune aquatique du Puy-de-Dôme; *Rev. Sci. Nat. d'Auvergne*, 16, 1/4.: 73—75.
- PELOSSE, J. - 1934 - Etude sur la faune des Cladocères et des Copépodes de la région moyenne des Alpes françaises; Lyon 270 pp.
- PIROCCHI, L. - 1951 - Hochendemische Copepoden und Cladoceren-Lokalformen im Karst; *Arch. Hydrobiol.*, 45, 1/2.: 245—253.
- RAVERA, O. - 1953 - Gli stadi di Sviluppo dei Copepodi pelagici del lago Maggiore; *Mem. Ist. Ital. Idrob.*, 7.: 129—151.
- RICHARD, J. - 1887 - Cladocères et Copépodes d'eau douce observés en France; *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 12.: 156—164.
- ROY, J. - 1927 - Liste préliminaire des Copépodes recueillis dans les eaux douces du département de la Sarthe; *Bull. Soc. zool. Fr.* 52.: 163—166.
- ROY, J. - 1932 - Copépodes et Cladocères de l'Ouest de la France. Recherches biologiques et faunistiques sur le plancton d'eau douce des Vallées du Loir et de la Sarthe. Gap; 222 pp.
- RYLOV, W. M. - 1948 - Faune d'U.R.S.S., 3, 3; Cyclopoida d'eau douce. 318 pp. (en russe).
- RZOSKA, J. - 1927 - Einige Beobachtungen über temporale Grössenvariation bei Copepoden. *Int. Rev. Hydr.* 17, 1/2.: 99—114.
- SARS, G. O. - 1863 - Oversigt af de indenlandske Ferskvandscopepoder; *For. Vidensk.-Selsk. Christ.*; 212—262.
- SCHMEIL, O. - 1892 - Deutschlands freilebenden Süßwasser Copepoden Cyclopidae; *Bibl. zool. Stuttgart*, 4, 11, 1.: 1—191.
- SCHMEIL, O. - 1893 - Copepoden des Rhätikon-Gebirges; *Abh. Naturf. Ges. zu Halle*, 19.: 1—40.

- THIEBAUD, M. - 1915 - Catalogue des invertébrés de la Suisse. 8. Copépodes. 124 pp.
- VIVIER, P. - 1933 - Etude sur la répartition et le rôle piscicole de quelques Copépodes et Cladocères d'eau douce; *Ann. Ecole Nat. Eaux & Forêts*, 5, 1,; 45—68.
- VIVIER, P. & DUSSART, B. *et al.*, - 1956 - Le Lac d'Eguzon. Contribution à l'Etude physique, chimique et biologique d'un lac de barrage artificiel; *Ann. Stat. Centr. Hydrobiol. appl.*, 6, 1—230.
- WILLEY, A. - 1923 - Notes on the distribution of freeliving Copepoda in Canadian waters; *Contr. Canad. Biol. n.s.*, 1,; 303—334.

Thonon (Haute-Savoie)  
26 juillet 1957

# Etude sur les thecamoebiens d'une petite pièce d'eau

par

DIDIER CHARDEZ

Verviers

## I

Les Thecamoebiens qui font l'objet de cette étude proviennent d'une seule petite pièce d'eau située dans un bois des environs de Verviers.

Devant l'abondance des espèces rencontrées, donner une analyse assez complète des formes existants dans un point d'eau, si peu important, me semble intéressant.

Dans l'ensemble, il n'y a pas eu prédominance marquante de telle ou telle espèce, mais un bon équilibre. Ce qui est intéressant d'examiner de plus près, c'est la répartition de „préférence” des différents genres dans les différents microbios, rencontrés. Dans ce but, les prélèvements ont été répartis méthodiquement dans 5 „zones théoriques” possédant chacune leurs conditions biologiques particulières.

L'ensemble a fourni 67 espèces variétés et formes, dont, 8 nouvelles pour la faune de Belgique, et une nouvelle pour la science.

## II

### LE BIOTOPE

Petite pièce d'eau semi-stagnante de 2m50 sur 3 m. avec en son milieu une profondeur de 1m. environ, située sur le versant sud du bois „GOULET”, en une sorte de petite esplanade dégarnie d'arbres, elle est abondamment fournie en lumière solaire, et est presque entièrement entourée de Sphaignes et de mousses aquatiques et subaériennes.

Quelques petits arbustes lui donnent un peu d'ombre et la pourvoient en feuilles mortes.

L'eau provenant d'une source est claire et froide son p H. moyen est de 5,5 à 6, elle se déverse et est absorbée par un véritable tapis de sphaignes, tout le long du versant du bois.

Cette modeste pièce d'eau possède à mon avis, des conditions écologiques idéales pour la prolifération des Thécamoebiens; Ombre et Lumière parfaitement dosées, réserve sapropélique ménagée comme à dessein, approvisionnement en matières organiques permanent et abondant et dont la putréfaction est modérée et ralentie par une eau rendue acide par toute une masse de sphaignes.

## CARACTERES DES ZONES THEORIQUES

**Zône A.:** Zône profonde, fond garni d'une épaisse couche de sphaignes immergées — Eau claire; Lumière abondante.

**Zône B.:** Zône de la cource, petite poche de 30 cms de profondeur, fond argileux, la jonction de cette poche avec la pièce d'eau est garnie de plantes aquatiques. Eau claire — Lumière abondante.

**Zône C.:** Zône sapropélique, peu profonde, renfermant beaucoup de matières organiques en décomposition, brindilles, feuilles mortes etc.  
Eau teintée (brune).  
Très ombrée.

**Zône D.:** Zône des mousses exondées — submergées. Assez ombrée.

**Zône E.:** Zône des Sphaignes — submergées — absorbées Lumière abondante.

## NOTES SUR LES PRELEVEMENTS

Date: 22. 4. 1957 — Temp. air = 18° — Temp. Eau = 10°.

### Zône A.

1. Parmi les plantes à 30 cms, au bord pH. 5,5
2. Zône benthique pH = 6



### **Zône B.**

3. Mousses sur la grève inondable, près de la source, paroi argileuse et rocailleuse pH. 5,5
4. Raclage d'herbes immergées et de plantes aquatiques pH = 6,5

### **Zône C.**

5. Sapropèle parmi les feuilles mortes — les débris de Sphaignes et les brindilles pH = 6,5.
6. Reclage de bois morts immergés pH = 6.

### **Zône D.**

6. Mousses subaériennes très imprégnées du bord pH: 5,5.

### **Zône E.**

8. Expression de Sphaignes immergées au bord pH = 5,5.
9. Expression de Sphaignes imbitées au bord pH = 5,5.
10. Terre à 5 cms de profondeur — terre noire au voisinage de nombreuses racines pH = 5.
11. Expression de Sphaignes et végétaux imbités et arrosés par le trop plein de la pièce d'eau pH = 5,5.

## **LISTE DES ESPECES & VARIETES & OBSERVATIONS**

Les espèces ou variétés marquées \* sont nouvelles pour la faune belge. Les espèces ou variétés marquées \*\* sont nouvelles pour la Science.

Les nombres entre parenthèses sont les numéros de prélèvements.

## **ORDRE DES TESTACEALOBOSA**

### **S / O r d r e d e s E u l o b o s a**

## **FAMILLE DES MICROCORYCHIDAE**

*Microchlamys patella* CLAP. et LACHM. (2—3—5—8). Très commune.

## **FAMILLE DES ARCELLIDAE**

*Arcella rotunda* var. *stenostoma* DEFLANDRE (8—11) Très caractéristique et très commune dans ces deux prélèvements.

## FAMILLE DES CENTROPYXIDAE

*Centropyxis aculeata* (EHRBG) STEIN (1—2—5).

*Centropyxis aculeata* var. *minima* — VAN OYE (2). assez rare, mais caractéristique.

*Centropyxis sylvatica* (DEFLANDRE) THOMAS (2—5).

*Centropyxis aerophila* var. *sphagnicola* DEFL. (7—10—11).

*Centropyxis platystoma* (PENARD) DEFL. (11).

Assez rare, la plupart des organismes n'étaient pas ventrus, mais plutôt comprimés.

**\*\*1.** *Centropyxis kolwitzi* var. *grandis* var. nov. (2) Fig. 1.

**Diagnose** Thèque presque globuleuse; le pseudostome n'est pas invaginé, le revêtement est fait de plaques amorphes — de gros grains de quartz, mélangés parfois à des diatomées. Mensurations moyennes =  $\varnothing$  84  $\mu$ . — H = 82  $\mu$ .

Cette nouvelle variété se distingue nettement de l'espèce type par ses dimensions beaucoup plus fortes.

*Plagiopyxis callida* (PENARD) (5).

*Plagiopyxis callida* var. *grandis* THOMAS (3).

J'ai observé un individu dépassant 150  $\mu$  de largeur.

*Plagiopyxis declivis* THOMAS (3).

*Trigonopyxis arcula* (LEIDY) PENARD (5—10)

## FAMILLE DES DIFFLUGIIDAE

*Diffflugia accuminata* EHRBG (2).

*Diffflugia bacillifera* PENARD (9).

*Diffflugia curvicaulis* PENARD (2).

*Diffflugia elegans* PENARD (1).

*Diffflugia gigas* JUNG (2).

*Diffflugia globularis* WALLICH (1—2).

*Diffflugia globularis* var. *sphaerica* CHARDEZ (2). Fig. 2.

J'ai retrouvé plusieurs exemplaires appartenant incontestablement à cette variété, présentant bien les caractères que j'ai déjà décrits (forme sphérique — fortement pierreuse pseudostome grand.)

*Diffflugia lucida* PENARD (7—9).

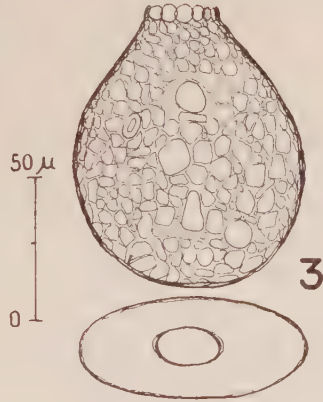
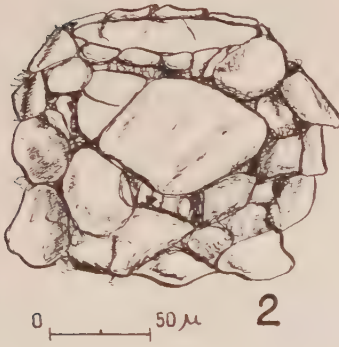
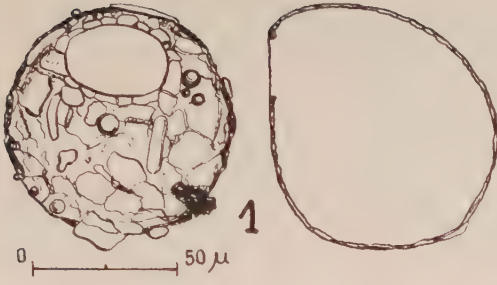
*Diffflugia lanceolata* PENARD (2).

*Diffflugia lemani* var. *palustris* CHARDEZ (1—11). Fig. 5.

*Diffflugia oblonga* EHRBG. (1—2).

*Diffflugia oblonga* var. *parva* THOMAS (2—5).

Cette variété s'est montrée assez fréquente, plus fréquente que l'espèce type.



D. HARDEZ

*Diffugia oblonga* var. *lacustris* PENARD (2—5—6).

*Diffugia oblonga* var. *bryophila* PENARD (1—5—7—8—9—11).

*Diffugia penardi* — HOPKINSON (1—5—8—11).

*Diffugia smilion* — THOMAS (2).

*Pontigulasia compressa* (CARTER) CASH (1—2—5—8—9—11).

\* *Pontigulasia compressoida* JUNG (11) Fig. 4.

H. 190  $\mu$ . régulière, allongée et assez fortement comprimée, bien conforme au dessin de Jung.

Cette intéressante espèce était assez rare.

## FAMILLE DES NEBELIDAE

### SOUS FAMILLE DES NEBELINAE

*Nebela collaris* (EHRBG.) LEIDY (1—3—5—6—8—9—11).

Très commune dans l'ensemble de la station.

*Nebela dentistoma* PENARD (1—4—5—7—8—9—11).

Egalement fort commune.

\* *Nebela dentistoma* var. *lacustris* WAILES (5). Fig. 3.

Assez rare, j'ai observé quelques grands individus de 100  $\mu$  qui peuvent être détachés de l'espèce type pour être assimilés à cette variété, l'étroitesse du pseudostome en est le caractère principal.

*Nebela minor* PENARD (1—11).

*Nebela militaris* PENARD (5—7—10—11).

*Nebela parvula* CASH (1).

Quelques rares individus de 100  $\mu$  à 110  $\mu$ . Malgré ces mensurations un peu fortes, je vois ici *N. parvula*, car la coque est moins pyriforme que *N. collaris* et fort transparente, le revêtement également est assez caractéristique.

\*1. *Nebela retorta* (LEIDY) STEPANEK 1953. (5—6—8—11) Fig. 6—6A—6B—6C.

S y n o n y m i e :

*Nebela collaris* var. *retorta* LEIDY 1879 p. 289 fig. 151.

= *Nebela collaris* var. *retorta* LEIDY sec. WAILES 1912.

= *Cyphoderiopsis tongicollis* PLAYF. 1917.

= *Nebela* spec. fa. *retorta* HOOGENRAAD et DE GROOT 1942.

= *Nebela* spec. var. *retorta* HOOGENRAAD et DE GROOT 1952.

= *Nebela collaris* var. *retorta* sec. G. DEFLANDRE 1936.

= *Nebela retorta* HOOGENRAAD sec. STEPANEK 1953.

p. 106 — fig. M a P p. 99.

N o n : *Nebela collaris* var. *retorta* sec GROSPIETSCH 1954 — fig. 4 p. 573.

Cette intéressante espèce que j'ai retrouvé en véritable population pose une mise au point de systématique. Pour cette raison, elle a été pour moi l'objet d'une étude très attentive, c'est une espèce très valable, qui du reste a été vue plusieurs fois par différents auteurs à des époques fort diverses et a été assez mal comprise. Je crois donc utile d'en refaire la diagnose complète:

**Diagnose:** Thèque allongée ventrue peu comprimée ou pas, arrière arrondi régulièrement, se prolongeant par un col plus ou moins recourbé en forme de cornue, quelquefois très peu, rarement droit. Teinte: claire, transparente, jaunâtre. Pseudostome: circulaire, sans lèvres, ni bourrelets.

**Structure:**

- 1) Ecailles polygonales irrégulières, séparées par une jointure de chitine, les écailles ne se superposant pas, c'est la plus répandue des formes de structure observée — fig. 6.
- 2) Ecailles ciculaires très claires, de tailles différentes et noyées dans une abondante chitine. — fig. 6 B.
- 3) Ecailles polygonales mélangées à d'autres écailles circulaires et à des éléments vermiformes ou en bâtonnets. fig. 6C.
- 4) Ecailles polyformes irrégulières se superposant légèrement, c'est la plus rare des structures observées. fig. 6 A.

Quelque soit leur forme, les écailles ne sont jamais plus petites au pseudostome, ou elles se superposent presque toujours en manière de renforcement.

**Mensurations:**  $H = 128 \mu$   $\varnothing 58 \mu$   $\varnothing$  ps  $20 \mu$ .

$H = 140 \mu$   $\varnothing 60 \mu$   $\varnothing$  ps  $25 \mu$ .

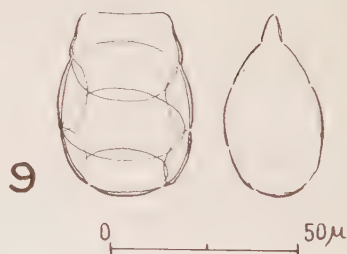
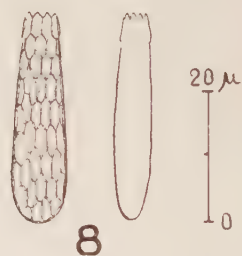
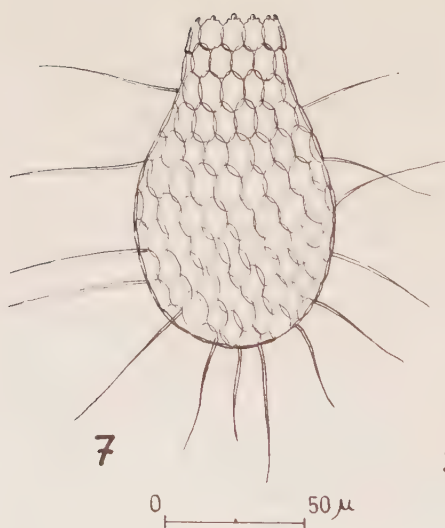
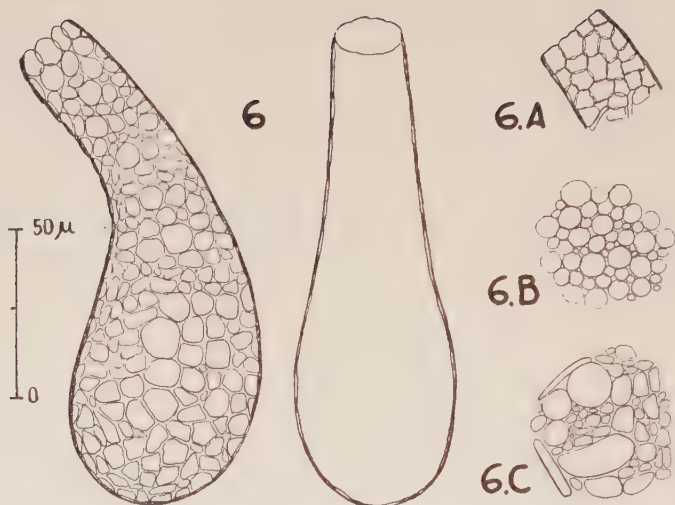
$H = 147 \mu$   $\varnothing 70 \mu$   $\varnothing$  ps  $25 \mu$ .

**Kyste:** J'ai observé quelques organismes enkystés. Le Kyste est une masse sombre ovale ou ovoïde tassée dans le fond de la de Thèque et occupant presque toute la partie renflée de celle-ci. Le kyste semble être protégé par une cuticule assez solide il est d'aspect foncé et rempli de très fines granulations foncées, je n'ai pas distingué de noyau. En avant du kyste à quelques distances de celui-ci et à la naissance du col, se remarque très bien et toujours un épiphragme comme chez les *Euglypha* je n'ai jamais vu de bouchon dans le pseudostome comme il est courant d'en trouver chez les *Nebela*.

**Distribution:** Connue d'Amérique du Nord (LEIDY) (HOOGENRAAD et DE GROOT) des U.S.A. (WAILLES) de Sumatra et Bornéo (HOOGENRAAD et DE GROOT) d'Australie (PLAYFAIRE) de Tchécoslovaquie (STEPANEK) de Belgique (CHARDEZ).

Ayant expédié du matériel en vue d'examen à Monsieur R. THO-





D. CHARDEZ

MAS de Bordeaux, et ayant sollicité son avis sur le sujet, sa réponse est la vériatble mise au point nécessaire, aussi, sans rien y changer, je la transcris intégralement ici:

LEIDY en 1879 parle d'une *Nebela collaris* incurvée dont il fit une variété *etorta* mais ne la figure pas dans son bel Atlas — donnant une figure dans le texte.

Cette forme est certainement rare — DEFLANDRE dans la monographie des *Nebela* ne donne aucun dessin personnel. Seul WAILES 1912 a donné un dessin très correct qui ressemble exactement à celui de PLAYFAIR 1917 que cet auteur a donné sous le nom de *Cyphoderiopsis longicollis*. Il s'agit toujours du même organisme entrevu par des auteurs spécialistes mais, à des dates différentes, et d'une façon accidentelle.

Les récoltes de HOOGENRAAD et DE GROOT 1952 (Rhizopodes) des mousses du Nord de l'Amérique) la contenait aussi. Mais, ici, les auteurs classent leurs formes selon LEIDY c'est-à-dire *Nebela collaris* var. *retorta*. STEPANEK 1953 donne 4 dessins correspondants toujours au facies identiques et caractéristiques de la forme et sous le nom de *Nebela retorta* — HOOGENRAAD 1942.

Ce qui est inadmissible pour 2 raisons:

La première c'est que HOOGENRAAD et DE GROOT n'ont pas parlé en 1942 de faire une création spécifique, la seconde, c'est qu'il convenait de citer les deux auteurs (HOOGENRAAD et DE GROOT) s'ils avaient eu cette intention. G. DEFLANDRE en 1936 dans sa monographie du genre ne pris pas au sérieux, ou plutôt se méfia, à juste titre des formes incurvées placée au rang d'espèces „Il n'y a aucune raison valable pour en faire une espèce distincte, encore moins pour baser un genre (*Cyphoderiopsis* PLAYFAIR)” loc. cit. pag. 251. La prudence de G. DEFLANDRE était justifié et nous souscrivons de suite à sa thèse seconde, c'est-à-dire ne pas baser un genre, mais a la faveur des éléments nouveaux et particulièrement les récoltes de D. CHARDEZ, que nous avons eu en consultation, nous pensons qu'il ne serait pas superflu de voir dans cette forme une bonne espèce.

Il ne s'agit pas en effet ici d'une forme tératologique, ni d'un accident, (telle que la forme donnée par T. GROSPIETSCH, fig. 4 p. 573 des Rhizopodes du Schwedisch-Lapland).

Nous avons vu une centaine de fois la forme à allure de *Cyphoderia* de PLAYFAIR, WAILES, STEPANEK qui à notre avis représente un groupe spécial de *Nebela*, ou s'incorporerait — *N. repanda* JUNG 1942 — *N. crenulata* JUNG 1942 *Nebela fabrei*. Certes, toutes ces *Nebela* subissent une incurvation plus ou moins importante. Ainsi *Nebela retorta*, déjà présenté dans l'esprit de STEPANEK, doit selon ces considérations générales exister.

Comme nous faisions remarquer plus haut G. DEFLANDRE 1936

était animé d'une prudence louable car, il n'avait sans doute pas vu lui-même cette forme. Dans l'éventualité, de sa rencontre, il n'aurait pu commettre l'erreur de la conserver dans l'espèce. *N. collaris* auxquelles elle n'a aucune affinité.

N'ayant pas le pseudostome arqué avec profil claviforme, ni aucun bourrelet.

Cette forme pourrait être aussi bien variété de *N. tincta* *N. bohemica* et bien d'autres, sans pouvoir baser l'affirmation sur des caractères sérieux.

PLAYFAIR 1917 décrit son nouveau genre *Cyphoderiopsis* en deux lignes „Test in Shape like a *Cyphoderia* but with scales as in *Trinema* or *Nebela*”.

Le revêtement de *N. Retorta* est souvent (mais pas constamment) constitué de disques. Ce caractère se retrouve chez de nombreuses espèces de *Nebela*. Souvent, (le cannibalisme des espèces leur permet de revêtir leur thèque d'écailles circulaires de *Trinema* voire de *Quadrullella*). Le revêtement ne peut être considéré comme un caractère basant un genre et est de faible valeur en taxonomie pour les *Nebela*.

*Cyphoderiopsis longicollis* PLAYFAIR 1917 est décrite comme ayant une thèque hyaline ressemblante à *Cyphoderia ampula* mais, avec un col très long et incurvé. Le pseudostome est circulaire avec parfois une petite collerette en relief, chitineuse et prolongeant le col. Écailles de revêtement analogue aux *Nebela*, circulaires maintenues dans un ciment.

Hauteur: 76—78  $\mu$  —  $\varnothing$  panse 29—32  $\mu$ . pseudostome 11—12, 15  $\mu$  écailles de 6  $\mu$ . LEIDY avait observé des individus de 144  $\mu$  HOOGENRAAD et DE GROOT 1952 indiquent pour *N. retorta*.../„« Ht : 140  $\mu$ . —  $\varnothing$  60  $\mu$  — WAILES 1912 — Ht. 130 — 170  $\mu$ .  $\varnothing$  52 — 97  $\mu$ . » ...

Cette espèce nouvelle pour la faune de Belgique est également nouvelle pour l'Europe Occidentale.

*Nebela tubulata* BROWN (5—7)

*Nebela tubulosa* PENARD (1—5—9—11)

*Nebela (quadrullella) symmetrica* WALLICH (SHULZ) (1—5—9—11) très commune.

\* *Hyalosphenia papillio* fa. *multioporifera* JUNG. (5)

*Heleopera petricola* (3—5—9—10—11).

*Heleopera rosea* PENARD (5—8—9—11).

Assez fréquent, souvent la lèvre jaune manque ou n'est pas très visible.

*Lesquereusia spiralis* EHRBG. (2—8—8).

Certains exemplaires avaient un revêtement assez particulier,

très peu d'éléments vermiformes et beaucoup de grandes plaques amorphes l'aspect assez fragiles.

## S / ORDRE DES RETICULOLOBOSA

*Phryganella hemisphaerica* PENARD (2).

*Phryganella paradoxa* PENARD (5).

## ORDRE DES TESTACEA FILOSA

### FAMILLE DES EUGLYPHIDAE

1. *Euglypha cristata* fa. *decora* JUNG (9) Fig. 8.

Cette petite forme très intéressante est très allongée et assez fortement comprimée, les écailles ovales régulières sont très transparentes et fort peu visibles. Les écailles buccales légèrement plus épaisses sont finement dentelées —  $H = 30$  à  $34 \mu$ .

Cette forme de JUNG semble assez rare.

*Euglypha laevis* PERTY (8—9—11).

*Euglypha rotunda* WAILES (3—5—6—8—10—11).

*Euglypha strigosa* (EHRBG.) LEIDY (1—4—5—7—8—11).

*Euglypha strigosa* fa. *glabra* WAILES (3).

*Euglypha strigosa* fa. *heterospina* (PENARD) WAILES PENARD. (1—2—5) Fig. 7

Cette forme s'est montrée beaucoup plus fréquente que le type. La disposition et les dimensions des épines est assez variable, souvent, à la pointe des écailles buccales se trouve une perle brillante très remarquable.

*Assulina seminulum* EHRBG. (5).

*Assulina muscorum* GREEFF (3—7—11).

*Trinema complanatum* PENARD (2—5—6—7—11).

*Trinema enchelys* (EHRBG.) LEIDY (3—5—6—9).

\* *Trinema enchelys* var. *biconvexa* AWERINTZ — (5—6).

*Trinema lineare* PENARD (1—2—4—5—6—7—8—9—10—11).

Extrêmement commune et répartie dans tout le biotope

*Corythion dubium* var. *gigas* THOMAS (5—6—11).

Cette variété plus grande que le type s'est montrée assez fréquente.

*Corythion pulchellum* PENARD (5).

Observé quelques exemplaires assez rares,  $H = 30, 32 \mu$ .

*Tracheleuglypha dentata* (VJEDOWSKY) DEFLANDRE.

(5—11) assez rare, la couronne dentelée du pseudostome n'est pas toujours très nette, mais elle existe.

*Sphenoderia fissirostris* PENARD (5—7—8—11).

*Sphenoderia lenta* SCHLUMBERGER (5).

\* *Sphenoderia macrolepis* LEIDY (5) Fig. 9.

\* *Sphenoderia splendida* (PLAYF.) Defl. (5—7—11).

Le genre *sphenoderia* s'est montré exessivement commun et varié particulièrement dans le prélèvement n° 5.

## FAMILLE DES CYPHODERIIDAE

*Cyphoderia ampulla* (EHRBG.) LEIDY (9—11).

### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

BONNET, L. ET THOMAS, R. - 1955 - *Etude sur les Thecamoebiens du sol*; Bull. Soc. Science de Toulouse T 90.

CHARDEZ, D. - 1956 - *Contribution a la Faune Rhizopodique de Belgique I. Thecamoebiens de la region Vervioise*; Rev. Verv. d'Hist Nat., n° 3—4—56.

——— 1957 - II. *Thecamoebiens de la Fagne*; Rev. Verv. d'Hist Nat. n° 8—10.

——— 1956 - *Variations morphologiques et Teratologiques chez quelques Rhizopodes Testaces*; Biologisch Jaarboek.

DECLOITRE, L. - 1956 - *Les Thecamoebiens de l'Ege* (Groenland). Herman et Cie Edit.

——— 1956 - *Rhizopodes Thecamoebiens* (Parc National du Niokolo-Kobar); Mem. de l'I.F.A.N. n° 48.

——— 1956 - *Materiaux pour une faune Thecamoebienne de Madagascar*; Mem. de l'Inst. scient. de Madagascar. Sie A, T-XI.

DEFLANDRE, G. - 1936 - *Etude monographique sur le genre Nebela*; Ann. Protist. Vol. V.

——— 1928 - *Le genre Arcella Ehr.*; Arch. Protist. 64; 152—287.

——— 1929 - *Le genre Centropyxis Stein*; Arch. Protist, 67. 332—375.

GAUTHIER-LIEVRE - 1953 - *Les genres Nebela Paraquadrula et Pseudonebela en Afrique*; Bull. Soc. d'Hist Nat. d'Afrique du nord, 44.

PENARD, E. - 1902 - *Faune Rhizopodique du bassin du Lemn.*

THOMAS, R. - 1955 - *Les Thecamoebiens du sol de l'Institut Botanique*; Bull. de Pharmacie de Bordeaux 92. n° 4.

——— 1957 - *Remarques Ecologiques sur les Thecamoebiens*; Facult. de Medecine et de Pharm. de Bordeaux.

——— 1954 - *Thecamoebiens de la region Bordelaise*; Bull. Soc. d'Hist de Toulouse, 89.

THOMAS, R. ET MABILLE, J. - 1955 - *Rhizopodes (Thecamoebiens) rencontrés dans le département de l'Aisne*; Bull. des Nat. Parisiens.

VAN OYE, P. - 1949 - *Rhizopodes de Java*; Bijdragen tot de dierkunde 28.

——— 1948 - *Rhizopodes*; Exploration du Parc National Albert.

——— 1953 - *Faune Rhizopodique de l'Etang de Beernem*; Biol. Jaarboek.

——— 1956 - *Overzicht van onze Kennis der Rhizopoden fauna van België*; Biol. Jaarboek.



# Beiträge zur Rhizopodenfauna Deutschlands

## I. Die Thekamöben der Rhön

von

THEODOR GROSPIETSCH

Aus der Hydrobiologischen Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft in  
Plön

Unsere bisherigen Kenntnisse über die Rhizopodenfauna Deutschlands sind im Verhältnis zu anderen Ländern Mitteleuropas relativ spärlich, und es erscheint daher von Wichtigkeit, im Laufe der nächsten Jahre nach und nach einzelne Gebiete der deutschen Heimat genauer auf das Vorkommen dieser Einzeller zu untersuchen und die Ergebnisse in einem Katalog mit Verbreitungsangaben zusammenzufassen, ähnlich wie es z.B. PENARD in seinem 1908 erschienenen „Catalogue des Invertébrés de la Suisse“ getan hat.

Als erster Teil einer solchen Fauna sollen im folgenden die Rhizopoden der Rhön behandelt werden.

Das vorliegende Material wurde während zwei mehrtägigen Exkursionen im Juni 1954 und Juni 1957 gesammelt. Das Untersuchungsgebiet umfasst im wesentlichen den Raum um die Wasserkuppe, der vom Standquartier Gersfeld besonders günstig zu erreichen war. Hingegen konnte in der östlichen Rhön nur das Gebiet um das Schwarze Moor untersucht werden, da durch die naheliegende Grenze und die damit verbundenen ungünstigen Verkehrsverhältnisse grössere Exkursionen nicht durchführbar waren.

### METHODIK

Über die Methodik des Sammelns ist an anderer Stelle ausführlich berichtet worden, so dass sich weitere Angaben darüber erübrigen. Dagegen scheint es angebracht zu sein, kurz auf die für die Charakterisierung des entsprechenden Biotops unbedingt erforderlichen Standortangaben einzugehen. Bei der Durchsicht der Literatur

muss man immer wieder feststellen, dass die diesbezüglichen Bezeichnungen sehr unterschiedlich sind oder sogar in vielen Fällen ganz fehlen. Neben der Beschreibung des Substrates ist vor allem die Angabe der Feuchtigkeitsverhältnisse von besonderem Interesse. Bereits 1936 hat JUNG in seinen Arbeiten eine Skala für die Schätzung der Nässeverhältnisse angegeben, die m. E. für solche Untersuchungen recht brauchbar ist, aber nur selten benutzt worden ist. JUNG unterscheidet dabei folgende Feuchtigkeitsstufen, die er zur Unterscheidung von der Skala für die Belichtungsverhältnisse (arabische Zahlen) mit römischen Zahlen bezeichnet:

- I = untergetaucht
- II = schwimmend, z. T. untergetaucht, z. T. an der Oberfläche
- III = sehr nass (Wasser tropft aus ohne Druck)
- IV = nass (Wasser tropft aus bei sehr schwachem Druck)
- V = halbnass (Wasser tropft aus bei mässigem Druck)
- VI = feucht (bei starkem Druck wenig Wasser)
- VII = halbtrocken (bei starkem Druck nur einige Tropfen Wasser)
- VIII = trocken (bei stärkstem Druck kein Wasser)

Auch bei der Angabe des Häufigkeitsgrades in den Faunenlisten finden sich die verschiedensten Auswertungsmethoden. Manche Autoren geben den prozentualen Anteil der einzelnen Arten an, andere wiederum schätzen die Abundanz nach einer Skala. Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile. Bei vielseitig zusammengesetzten Proben ist zweifellos die erstere Methode angebracht, da mit ihrer Hilfe feinere Unterschiede festgehalten werden können. Dagegen wird bei artenarmem Material, vor allem wenn auch die Frequenz sehr gering ist, das Bild der jeweiligen Assoziation verwischt. Es wäre dann erforderlich, ähnlich wie es in der Pflanzensoziologie üblich ist, sowohl Abundanz als auch Frequenz anzugeben.

Ich bin jedoch der Ansicht, dass eine Angabe des Häufigkeitsgrades ausreichend ist, vorausgesetzt, dass bei der Durchsicht der Proben eine Zählung stattfindet und somit die absolute Zahl der gefundenen Schalen verwertet wird. Nach der gleichen Methode hat u. a. auch DE GRAAF (1956) seine Ergebnisse zusammengefasst. In der folgenden Tabelle sind die Häufigkeitsgrade nochmals zusammengestellt. Es bedeuten dabei:

- |                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| 0 = 1 mal gefunden |                                 |
| 1 = selten         | (1— 2 Exemplare je Deckglas)    |
| 2 = vereinzelt     | (2—10 Exemplare je Deckglas)    |
| 3 = mässig         | (10—20 Exemplare je Deckglas)   |
| 4 = häufig         | (20—30 Exemplare je Deckglas)   |
| 5 = massenhaft     | (über 30 Exemplare je Deckglas) |

Dass es selbstverständlich notwendig ist, mindestens 5 Deckgläser zu zählen, ist an anderer Stelle schon betont worden.

# SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT DER GEFUNDENEN FORMEN

## Ordnung der Lobosa

### Fam. Arcellidae

- Arcella artocrea* LEIDY
- bathystoma* DEFL.
- catinus* PENARD
- discoides* EHRENB.
- discoides* var. *scutelliformis* PLAYFAIR
- gibbosa* PENARD
- hemisphaerica* PERTY
- hemisphaerica* var. *intermedia* DEFL.
- megastoma* PENARD
- rotundata* var. *aplanata* DEFL.

### Fam. Centropyxidae

- Centropyxis aculeata* (EHRENB.) STEIN
- aerophila* DEFL.
- arcelloides* PENARD
- cassis* (WALLICH) DELF.
- constricta* (EHRENB.) PENARD
- discoides* (PENARD) DEFL.
- ecornis* (EHRENB.) LEIDY
- platystoma* (PENARD) DEFL.
- Bullinularia indica* (PENARD) DEFL.
- Plagiopyxis callida* PENARD
- Trigonopyxis arcula* (LEIDY) PENARD

### Fam. Diffugiidae

- Diffugia amphora* LEIDY
- bacilliarum* PERTY
- bacillifera* PENARD
- elegans* PENARD
- globulosa* DUJARDIN
- gramen* PENARD
- leidyi* WAILES
- oblonga* EHRENB.
- oviformis* CASH
- rubescens* PENARD
- varians* PENARD
- Pontigulasia bigibbosa* PENARD
- spectabilis* PENARD

Fam. *Nebelidae*

*Hyalosphenia elegans* LEIDY

*papilio* LEIDY

*Nebela bohémica* (EHRENB.) LEIDY

*carinata* ARCHER

*collaris* (EHRENB.) LEIDY

*dentistoma* PENARD

*griseola* PENARD

*militaris* PENARD

*minor* PENARD

*parvula* CASH

*speciosa* DEFL.

*tincta* LEIDY

*Quadrula symmetrica* (WALL.) COCK.

*Heleopera petricola* LEIDY

*petricola* var. *amethystea* PENARD

*rosea* PENARD

*sphagni* LEIDY

*Awerinzewia cyclostoma* (PENARD) SCHOUTEDEN

UO *Reticulolobosa*

*Phryganella hemisphaerica* PENARD

**Ordnung der Filosa**

Fam. *Euglyphidae*

*Euglypha acanthophora* PERTY

*ciliata* EHRENB.

*cristata* LEIDY

*compressa* CARTER

*filifera* PENARD

*laevis* PERTY

*rotunda* WALLIS

*Assulina muscorum* EHRENB.

*seminulum* EHRENB.

*Trinema complanatum* PENARD

*enchelys* (EHRENB.) LEIDY

*lineare* PENARD

*Corythion dubium* TARANEK

*pulchellum* PENARD

Fam. *Cyphoderiidae*

*Cyphoderia ampulla* (EHRENB.) LEIDY

Fam. *Amphitremitidae*

*Amphitrema flavum* ARCHER

*stenostoma* NÜSSLIN

*wrightianum* ARCHER

Fam. Gromiidae

*Pseudodifflugia fascicularis* PENARD

*gracilis* SCHLUMB.

## ERGEBNISSE DER PROBENUNTERSUCHUNGEN

### 1. Sphagnen und Moose in geschlossenen Moorengebieten

Probe Nr. A 3165

Rotes Moor. Sphagnen inmitten einer grösseren Schlenke.

Feuchtigkeitsgrad III      pH = 4,8      21. 6. 1957

<i>Amphitrema flavum</i>	4
<i>Hyalosphenia elegans</i>	4
<i>Hyalosphenia papilio</i>	4
<i>Arcella discoides</i>	3
<i>Nebela tinctoria</i>	3
<i>Nebela collaris</i>	3
<i>Assulina muscorum</i>	3
<i>Assulina seminulum</i>	3
<i>Heleopera sphagni</i>	3
<i>Arcella catinus</i>	3
<i>Amphitrema wrightianum</i>	2
<i>Difflugia leidy</i>	2
<i>Euglypha ciliata</i>	2
<i>Centropyxis aculeata</i>	2
<i>Trinema enchelys</i>	2
<i>Corythion dubium</i>	2

Probe Nr. A 3166

Rotes Moor. Sphagnen am Rande einer Schlenke.

Feuchtigkeitsgrad III      pH = 5,0      21. 6. 1957

<i>Amphitrema flavum</i>	4
<i>Hyalosphenia papilio</i>	4
<i>Hyalosphenia elegans</i>	3
<i>Arcella discoides</i>	3
<i>Arcella catinus</i>	3
<i>Nebela griseola</i>	3
<i>Nebela bohémica</i>	3
<i>Heleopera sphagni</i>	3
<i>Assulina muscorum</i>	3
<i>Euglypha acanthophora</i>	2



<i>Assulina seminulum</i>	2
<i>Heleopera petricola</i>	2
<i>Euglypha ciliata</i>	2
<i>Amphitrema wrightianum</i>	2
<i>Amphitrema stenostoma</i>	2

Probe Nr. A 3159

Rotes Moor. Sphagnum am Schlenkenrand. Z. Zt. der Probenentnahme stark ausgetrocknet.

Feuchtigkeitsgrad VI      pH = 5,4      21. 6. 1957

<i>Hyalosphemia papilio</i>	3
<i>Nebela militaris</i>	3
<i>Hyalosphemia elegans</i>	3
<i>Heleopera sphagni</i>	3
<i>Assulina muscorum</i>	3
<i>Assulina seminulum</i>	3
<i>Nebela collaris</i>	3
<i>Nebela griseola</i>	2
<i>Nebela tinctoria</i>	2
<i>Arcella artocrea</i>	2
<i>Heleopera petricola</i> var. <i>amethystea</i>	2
<i>Arcella catinus</i>	2

Probe Nr. A 3160

Rotes Moor. Sphagnum am Schlenkenrand. Etwa 10 cm tiefer als A 3159.

Feuchtigkeitsgrad V      pH = 5,2      21. 6. 1957

<i>Hyalosphemia papilio</i>	4
<i>Arcella catinus</i>	3
<i>Nebela collaris</i>	3
<i>Nebela carinata</i>	3
<i>Nebela griseola</i>	3
<i>Diffugia globulosa</i>	2
<i>Diffugia bacilliarum</i>	2
<i>Awerinzewia cyclostoma</i>	2

Probe Nr. A 3161

Rotes Moor, Ostteil. Sphagnen im Moorgraben.

Feuchtigkeitsgrad V      pH = 5,1      21. 6. 1957

<i>Nebela militaris</i>	3
<i>Arcella discoides</i> var.	3
<i>Nebela collaris</i>	3

<i>Corythion dubium</i>	3
<i>Nebela tinctoria</i>	2
<i>Diffugia globulosa</i>	2
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>aplanata</i>	2
<i>Diffugia elegans</i>	2

Probe Nr. A 3065

Schwarzes Moor. Untergetauchte Sphagnen im Kolk.

Feuchtigkeitsgrad II      pH = 5,4

<i>Hyalosphenia papilio</i>	4
<i>Diffugia leidy</i>	3
<i>Diffugia bacillifera</i>	3
<i>Diffugia bacilliarum</i>	3
<i>Arcella catinus</i>	3
<i>Assulina muscorum</i>	2
<i>Heleopera petricola</i>	2
<i>Euglypha ciliata</i>	2
<i>Pseudodiffugia fascicularis</i>	1

Probe Nr. A 3058

Schwarzes Moor. Kleine Schlenke am Kolkrand  
Sphagnen 10 cm über Wasserspiegel

Feuchtigkeitsgrad III      pH = 5,3      9. 6. 1954

<i>Hyalosphenia elegans</i>	4
<i>Nebela militaris</i>	4
<i>Hyalosphenia papilio</i>	4
<i>Nebela bohémica</i>	3
<i>Assulina muscorum</i>	3
<i>Corythion dubium</i>	3
<i>Nebela griseola</i>	3
<i>Assulina seminulum</i>	3
<i>Diffugia globulosa</i>	2
<i>Heleopera petricola</i>	2
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>aplanata</i>	2
<i>Nebela collaris</i>	2
<i>Heleopera sphagni</i>	2
<i>Bullinularia indica</i>	2
<i>Amphitrema wrightianum</i>	1

Probe Nr. A 3053

Schwarzes Moor. Flottierende Sphagnen im 2. Kolk.

Feuchtigkeitsgrad II      pH = 5,3      30. 6. 1954

<i>Diffugia bacilliarum</i>	3
<i>Diffugia rubescens</i>	2
<i>Diffugia globulosa</i>	2
<i>Amphitrema flavum</i>	2
<i>Amphitrema wrightianum</i>	2
<i>Diffugia leidy</i>	2
<i>Arcella bathystoma</i>	2
<i>Diffugia oblonga</i>	2
<i>Hyalosphenia papilio</i>	2
<i>Hyalosphenia elegans</i>	2
<i>Arcella catinus</i>	1
<i>Arcella discoides</i> var. <i>scutelliformis</i>	1
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	1
<i>Heleopera petricola</i>	1
<i>Heleopera sphagni</i>	1
<i>Diffugia bacillifera</i>	1

Probe Nr. A 3054

Schwarzes Moor. *Sphagnum cuspidatum*.

Feuchtigkeitsgrad IV      pH = 4,9      30. 6. 54

<i>Nebela carinata</i>	4
<i>Nebela griseola</i>	3
<i>Euglypha ciliata</i>	3
<i>Nebela bohémica</i>	2
<i>Diffugia bacilliarum</i>	2
<i>Heleopera petricola</i>	2
<i>Heleopera sphagni</i>	2
<i>Euglypha acanthophora</i>	2
<i>Assulina muscorum</i>	2
<i>Amphitrema flavum</i>	2
<i>Arcella discoides</i>	2
<i>Hyalosphenia papilio</i>	2
<i>Hyalosphenia elegans</i>	2
<i>Nebela collaris</i>	2
<i>Nebela militaris</i>	2
<i>Trinema enchelys</i>	2

Probe Nr. A 3051

Schwarzes Moor. *Sphagnum cuspidatum* in der Nähe des Kolkes.

Feuchtigkeitsgrad IV      pH = 5,1      9. 6. 54

<i>Amphitrema flavum</i>	2
<i>Hyalosphenia papilio</i>	4
<i>Hyalosphenia elegans</i>	3
<i>Diffugia globulosa</i>	3
<i>Nebela parvula</i>	3
<i>Arcella discoides</i>	2
<i>Arcella catinus</i>	2
<i>Centropyxis arcelloides</i>	2
<i>Nebela bohémica</i>	2
<i>Nebela griseola</i>	2
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	2
<i>Heleopera petricola</i>	2
<i>Euglypha ciliata</i>	2
<i>Nebela carinata</i>	2
<i>Assulina muscorum</i>	2
<i>Euglypha acanthophora</i>	2
<i>Euglypha laevis</i>	1

Probe Nr. A 3055

Schwarzes Moor. Moose in unmittelbarer Nähe von Probe Nr. 3051

Feuchtigkeitsgrad III      pH = 5,2      9. 6. 54

<i>Diffugia varians</i>	3
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>aplanata</i>	3
<i>Arcella discoides</i> var. <i>scutelliformis</i>	2
<i>Nebela collaris</i>	2
<i>Diffugia oblonga</i>	2
<i>Hyalosphenia elegans</i>	1
<i>Heleopera petricola</i>	1

## 2. Einzelsphagneta und aquatische Bereiche in Moorgewässern

Probe Nr. A 3152

Wasserkuppe, westlicher Hang. Kleines Sphagnetum.

Feuchtigkeitsgrad V      pH = 4,6      20. 6. 1957

<i>Corythion dubium</i>	3
<i>Nebela collaris</i>	3
<i>Assulina muscorum</i>	3

<i>Quadrula symmetrica</i>	3
<i>Assulina seminulum</i>	3
<i>Euglypha ciliata</i>	3
<i>Euglypha rotunda</i>	2
<i>Euglypha cristata</i>	2
<i>Trinema lineare</i>	2
<i>Centropyxis discoïdes</i>	2

Probe Nr. A 3052

Rotes Moor. Bach am Randgehänge im Ostteil. Sphagnen.

Feuchtigkeitsgrad IV	pH = 5,0	7. 6. 1954
<i>Nebela militaris</i>		4
<i>Nebela collaris</i>		3
<i>Nebela bohémica</i>		3
<i>Diffugia oviformis</i>		2
<i>Arcella hemisphaerica</i>		2
<i>Euglypha rotunda</i>		2
<i>Nebela minor</i>		2
<i>Euglypha ciliata</i>		2
<i>Diffugia spec.</i>		2
<i>Diffugia rubescens</i>		2
<i>Euglypha compressa</i>		1
<i>Euglypha acanthophora</i>		1
<i>Arcella discoïdes</i>		1
<i>Amphitrema flavum</i>		1

Probe Nr. A 3162

Rotes Moor. Flottierende Algen im Moorgraben des Ostteils.

Feuchtigkeitsgrad II	pH = 4,8	21. 6. 1957
<i>Corythion dubium</i>		3
<i>Arcella discoïdes</i>		3
<i>Diffugia leidy</i>		2
<i>Amphitrema flavum</i>		2
<i>Assulina muscorum</i>		2
<i>Bullinularia indica</i>		1

Probe Nr. A 3163

Moorgraben ausserhalb des Roten Moores unterhalb Verladestelle.

Schlamm vom Boden.	21. 6. 1957
<i>Centropyxis constricta</i>	3
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	3



<i>Trinema lineare</i>	3
<i>Euglypha filifera</i>	2
<i>Arcella spec.</i>	1
<i>Centropyxis spec.</i>	1

Probe Nr. A 3164

Rotes Moor. Moorbach im Ostteil des Moores. Am Boden abgesetzter lockerer Eisenocker. 21. 6. 1957

<i>Arcella gibbosa</i>	4
<i>Arcella hemisphaerica</i> var. <i>intermedia</i>	3

### 3. Nasse Moose an Bächen und Aufwuchs an Wasserpflanzen

Probe Nr. A 3158

Teich bei Fohlenweide. Auswuchs auf Wasserpflanzen.

Feuchtigkeitsgrad I      pH = 5,4      21. 6. 1957

<i>Arcella discoides</i> var.	3
<i>Diffugia gramen</i>	3
<i>Diffugia oblonga</i>	3
<i>Arcella megastoma</i>	2
<i>Centropyxis ecornis</i>	2
<i>Trinema lineare</i>	2

Probe Nr. A. 3153

Wasserkuppe. Überströmte Moose unterhalb eines Quellausflussrohres.

Feuchtigkeitsgrad III      20. 6. 1957

<i>Cyphoderia ampulla</i>	2
<i>Diffugia oblonga</i>	2

Probe Nr. A 3154

Fulda unterhalb Wasserkuppe. Aufwuchs auf überströmten Steinen in den lenitischen Bezirken.

Feuchtigkeitsgrad II      20. 6. 1957

<i>Diffugia oblonga</i>	2
<i>Centropyxis constricta</i>	2
<i>Pontigulasia bigibbosa</i>	2
<i>Nebela speciosa</i>	2
<i>Diffugia amphora</i>	1
<i>Centropyxis aculeata</i>	1
<i>Centropyxis discoides</i>	1

Probe Nr. A 3155

Fulda, natürlicher Lauf unterhalb Wasserkuppe. Überströmte Moose

Feuchtigkeitsgrad II 20. 6. 1957

<i>Centropyxis constricta</i>	3
<i>Centropyxis aculeata</i> var.	2
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>aplanata</i>	2

Probe Nr. A 3156

Fulda oberhalb Obernhäusen. Nasse Moose in der Spritzzone eines kleinen Wasserrades.

Feuchtigkeitsgrad IV 20. 6. 1957

<i>Centropyxis cassis</i>	3
<i>Corythion dubium</i>	3
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>aplanata</i>	2
<i>Heleopera rosea</i>	2
<i>Centropyxis discoides</i>	2

Probe Nr. A 3061

Bach am Rockenstein. Moose auf Steinen.

Feuchtigkeitsgrad IV 8. 6. 1954

<i>Diffugia oblonga</i>	3
<i>Quadrula symmetrica</i>	3
<i>Euglypha laevis</i>	3
<i>Cyphoderia ampulla</i>	3
<i>Centropyxis constricta</i>	3
<i>Nebela dentistoma</i>	2
<i>Centropyxis aculeata</i>	2
<i>Diffugia spec.</i>	2
<i>Diffugia spec.</i>	2
<i>Centropyxis spec.</i>	2
<i>Centropyxis ecornis</i>	2
<i>Corythion dubium</i>	2

Probe Nr. A 3057

Quelle am Rockenstein. Wasserpflanzen

Feuchtigkeitsgrad II 8. 6. 1954

<i>Cyphoderia ampulla</i>	3
<i>Diffugia oblonga</i>	3
<i>Centropyxis constricta</i>	3
<i>Pontigulasia spectabilis</i>	2

<i>Centropyxis cassis</i>	2
<i>Pseudodifflugia gracilis</i>	2
<i>Assulina muscorum</i>	1

Probe Nr. A 3060

Oberer Eisgraben bei Hausen. Überspülte Moose

Feuchtigkeitsgrad V      9. 6. 1954

<i>Centropyxis platystoma</i>	2
<i>Nebela militaris</i>	2
<i>Arcella rotundata</i> var. <i>aplanata</i>	1

Probe Nr. A 3062

Oberer Eisgraben bei Hausen. Moose auf Felsen am Bach.

Feuchtigkeitsgrad VIII      9. 6. 1954

<i>Euglypha laevis</i>	2
<i>Corythion dubium</i>	2

Probe Nr. A 3064

Gersfeld. Moose auf Mühlenrad. Spritzzone

Feuchtigkeitsgrad V      10. 6. 1954

<i>Centropyxis aerophila</i>	2
<i>Euglypha rotunda</i>	2

#### 4. Trockene Moose auf Felsen und an Bäumen

Probe Nr. A 3063

Blockhalde am Heidelberg. *Andreaea petrophila*

Feuchtigkeitsgrad VIII      6. 6. 1954

<i>Assulina muscorum</i>	3
<i>Corythion dubium</i>	3
<i>Centropyxis aerophila</i>	3
<i>Plagiopyxis callida</i>	2
<i>Euglypha laevis</i>	2

Probe Nr. A 3059

Heidelberg. Polytrichum-Polster.

Feuchtigkeitsgrad VI      6. 6. 1954

<i>Euglypha laevis</i>	3
<i>Corythion dubium</i>	3
<i>Euglypha ciliata</i>	3

<i>Assulina muscorum</i>	3
<i>Plagiopyxis callida</i>	2
<i>Centropyxis platystoma</i>	2
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	2
<i>Trinema complanatum</i>	2
<i>Corythion pulchellum</i>	2
<i>Nebela parvula</i>	1

Probe Nr. A 3056

Milseburg. Moose (*Rhacomitrium canescens*)

Feuchtigkeitsgrad VII 11. 6. 1954

<i>Assulina muscorum</i>	4
<i>Corythion dubium</i>	4
<i>Euglypha ciliata</i>	4
<i>Euglypha laevis</i>	3
<i>Trigonopyxis arcula</i>	3
<i>Centropyxis aerophila</i>	2
<i>Plagiopyxis callida</i>	2
<i>Bullinularia indica</i>	2
<i>Trinema enchelys</i>	2

## BEMERKUNGEN ZU EINIGEN THEKAMOEBEN-ARTEN

### *Arcella megastoma* PENARD

Die mit einer besonders grossen Mundöffnung versehene Art, die sich neben der sehr flachen Schalenform durch den Kranz zahlreicher Poren auszeichnet, ist eine rein aquatische Form. Auch im vorliegenden Material wurde sie an Wasserpflanzen im Teich bei Fohlenweide angetroffen. Die Grösse der Schale war wesentlich kleiner, als sie PENARD (195—365  $\mu$ ) und DEFLANDRE (180—268  $\mu$ ) angeben. Die Messungen ergaben folgende Werte: Durchmesser 136—160  $\mu$ , Höhe 30—35  $\mu$ . Das Verhältnis H/D war auch hier nahezu 0,22. Mund 68  $\mu$

### *Centropyxis ecornis* (EHRENBERG) LEIDY

In einer Probe (A 3158) fand sich neben der typischen *C. ecornis* auch eine Anzahl von Schalen, deren Mundöffnung mehr oder weniger stark gelappt war und der nach LEIDY bei DEFLANDRE (1929) als fig. 132 abgebildeten Schale ähnelt. Bisher habe ich an keiner anderen Stelle eine solche Ausbildung der Mundöffnung beobachtet. Die

Dimensionen dieser Schalen waren etwas geringer als sie DEFLANDRE angibt und näherten sich der unteren Grenze der von LEIDY notierten Werte: Durchmesser 140—148  $\mu$ .

*Diffugia amphora* LEIDY

Die gefundenen Schalen dieser Art zeigten die typisch eiförmige Gestalt mit einem um die Mundöffnung angesetzten Kragen. Der Mund selbst ist durch mehrere lappenartige Fortsätze gekennzeichnet. Die Grössenangaben schwanken bei dieser Art ausserordentlich stark. LEIDY gibt 350—520  $\mu$  an, PENARD dagegen nur 150—270  $\mu$  mit einem Mittelwert von 200—210  $\mu$ . HOOGENRAAD & DE GROOT haben nur 85—160  $\mu$  ermittelt. Eigene Messungen aus dem vorliegenden Material: Länge: 152—174  $\mu$ .

Fundort in der Rhön: lenitische Bezirke zwischen Steinen in der jungen Fulda unterhalb der Wasserkuppe.

*Diffugia gramen* PENARD

Zwischen den Wasserpflanzen im Teich bei Fohlenweide war diese kleine Diffugie relativ häufig anzutreffen. Die fast eirunde Schale mit der typisch geformten dreilappigen Mundöffnung ist trotz der geringen Dimensionen ausserordentlich leicht zu identifizieren. Die Schalengrösse betrug im Durchschnitt 64  $\mu$ .

*Diffugia oviformis* CASH

Diese grössere Art mit eiförmiger Schale und drei- bis fünflappiger Mundöffnung ist nicht sehr häufig anzutreffen. In Sphagnen der Hochmoore, wie es HOOGENRAAD & DE GROOT angeben, habe ich sie bisher noch nie angetroffen. Dagegen wurde sie, ähnlich wie an anderen Fundorten, auch in der Rhön in einzelnen Sphagnumpolstern ausserhalb des eigentlichen Moorgebietes beobachtet. Am Rande des im Ostteil des Roten Moores verlaufenden Moorbaches war sie nicht selten. Die Messungen ergaben Übereinstimmung mit den in der Literatur angegebenen Werten. Die Länge betrug 95—100  $\mu$ , die Breite etwa 2/3 der Länge. CASH hat diese Art auch in feuchten Moosen und an Bäumen am Grabenrand beobachtet.

*Euglyphia cristata* LEIDY

Diese an sich nicht seltene Art fand sich im Gebiet der Rhön nur in einem kleinen Sphagnetum am westlichen Abhange der Wasserkuppe bei einem pH-Wert von 4,6. Die Messungen ergaben, dass



die Grösse der Schalen in dieser Population sehr geringe Schwankungen aufwies. Die Länge betrug 40 bis 42  $\mu$  und liegt damit ziemlich an der Untergrenze der sonst beobachteten Grössen (33—80  $\mu$ ).

#### *Euglypha filifera* PENARD

Die schwach komprimierte Schale mit den nadelförmigen langen Stacheln ist trotz ihrer geringen Grösse stets einwandfrei zu identifizieren. Die gemessenen Schalen hatten eine durchschnittliche Länge von 68  $\mu$ . In den Mooregebieten wurde sie nicht angetroffen, obwohl als Biotop meist Sphagnen und Moose, selten auch Wasserpflanzen angegeben werden. Dagegen fand sich diese Art an der Oberfläche des Bodenschlammes des Moorgrabens im östlichen Teil des Roten Moores bei einem pH von 5,0. Es hat demnach den Anschein, als ob diese Art in geringem Masse acidophil ist.

#### *Nebela militaris* PENARD

In früheren Arbeiten (1953) hatte ich berichtet, dass diese Art entgegen anderslautenden Angaben z.B. im Sandkatener Moor an nassen Stellen sehr häufig anzutreffen war. Auch bei späteren Untersuchungen habe ich auf das Verhalten dieser Art besonders geachtet, um die gegensätzlichen Angaben klären zu können. Immer wieder zeigte sich jedoch, dass *N. militaris* viel stärker feuchtigkeitsliebend zu sein scheint, als bisher angenommen wurde. Dagegen ist DE GRAAF (1956) mit JUNG der Meinung, dass *N. militaris* die gleiche Tendenz wie *N. collaris* zeigt und trockenere Moose bevorzugt, wo sie mit *Corythion dubium* und *Assulina muscorum* oft dominiert. Vorläufig bezeichne ich sie der gleiche Autor als  $\beta$ -hygrophil. In den vorliegenden Proben, vor allem aus dem Schwarzen Moor (A 3058), zeigte sich wiederum eine sehr hohe Frequenz in Sphagnen, die star durchfeuchtet waren. Allerdings tritt diese Art im freien Wassek vollständig zurück, wie z.B. die Probe A 3053 beweist. Das vorliegende Material reicht aber nicht aus, um diese Abgrenzung genauer durchführen zu können.

Grösse der gefundenen Schalen: Länge 61—76  $\mu$ , Breite 27—33  $\mu$ .

#### *Nebela speciosa* DEFLANDRE

In einem sehr wenig charakteristischen Biotop fanden sich mehrere Schalen dieser grossen Nebeline. Die ökologischen Ansprüche dieser Art sind nicht ganz klar. Während JUNG (1942) nasse Moose, Hochmooranflüge und Einzelsphagnete angibt, ist DEFLANDRE (1936) der Ansicht, dass es sich um eine reine Moorform handelt, die in nassen

und untergetauchten Moosen der Hochmoore vorkommt. Nach meinen bisherigen Beobachtungen hatte ich den Eindruck, dass es sich um eine sphagnophile Art handelt. Durch die neuen Funde in nassen Moosen auf Steinen in der oberen Fulda ergibt sich ein anderes Bild, und man wird mehr als bisher auf die ökologischen Ansprüche dieser Art achten müssen. Die Grösse der gefundenen Schalen schwankte zwischen 220  $\mu$  und 236  $\mu$  und entspricht den Angaben der oben genannten Autoren, die beide Werte über 200  $\mu$  angeben. Die Breite beträgt etwa 110  $\mu$ .

*Plagiopyxis callida* PENARD 1910

Die gefundenen Schalen dieser entsprechen sowohl in der Schalenstruktur als auch in der Form der von PENARD angegebenen Diagnose. Bei der Messung zeigte sich jedoch, dass die Grössen wesentlich von den Angaben PENARD's (105—135  $\mu$ ) abwichen und sogar noch etwas unter denen von THOMAS (67—84  $\mu$ ) lagen. Die Länge betrug 59—64  $\mu$ , die Breite 69—72  $\mu$ .

*Pontigulasia bigibbosa* PENARD

In einer anderen kürzlich erschienenen Arbeit wurde diese Art aus den Tiefen des Lago Maggiore gemeldet. Dabei wurden bereits die unterschiedlichen ökologischen Angaben (einerseits Tiefen der Alpenseen (PENARD), andererseits Sphagnen (HOOGENRAAD & DE GROOT)) erwähnt. Nunmehr wurde die gleiche, wegen der inneren Scheidewände unverkennbare Art auch in der Rhön gefunden, und zwar in den lenitischen Bezirken der jungen Fulda unterhalb der Wasserkuppe. Danach hat es den Anschein, als ob diese Art einen ausgesprochen eurytopen Charakter hat. Die gemessenen Grössen entsprechen den bisher bekannten. PENARD: 200—250  $\mu$ ; HOOGENRAAD & DE GROOT: 170—225  $\mu$ ; eigene Messungen: 192—205  $\mu$ .

LITERATUR

- DEFLANDRE, G. - 1927 - Matériaux pour la faune rhizopodique de France; *Bull. Soc. Zool. France* 52: 496—519.  
DEFLANDRE, G. - 1928 - Le genre Arcella; *Arch. Protistenk.* 64: 152—287.  
DEFLANDRE, G. - 1929 - Le genre Centropyxis; *Arch. Protistenk.* 67: 322—375.  
DEFLANDRE, G. - 1936 - Etude monographique sur le genre Nebela; *Ann. Protist.* 5: 201—286.  
GRAAF, FR. DE. - 1956 - Studies on Rotatoria and Rhizopoda from the Netherlands; *Biol. Jaarb. Dodonaea* 23: 145—216.  
GROSPIETSCH, TH., - 1953 - Rhizopodenanalytische Untersuchungen an Moosen Ostholsteins; *Arch. Hydrobiol* 47: 321—452.

- GROSPIETSCH, TH., - 1957 - Beitrag zur Rhizopodenfauna des Lago Maggiore; *Arch. Hydrobiol.* 53: 323—331.
- GROSPIETSCH, TH. - Wechseltierchen. in: Einführung in die Kleinlebewelt. Stuttgart (im Druck).
- HARNISCH, O. - 1925 - Studien zur Ökologie und Tiergeographie der Moore; *Zool. Jahrb. Abt. Syst.* 51: 1—166.
- HOOGENRAAD, H. R. & DE GROOT, A. A. - 1940 - Zoetwaterrhizopoden en Heliozoen; Fauna van Nederland. Leiden. 1940.
- JUNG, W., - 1942 - Illustrierte Bestimmungstabellen. I Die Systematik der Nebelinen; *Arch. Protistenk.* 95: 357—390.
- PENARD, E. - Catalogue des Invertébrés de la Suisse. I. Sarcodinés. Genf. 1908.
- THOMAS, R. - 1958 - Le genre *Plagiopyxis*; *Hydrobiologia*, X, 198—214.

# Der Sauerstoffverbrauch der Wasserpflanzen bei verschiedenen Sauerstoffspannungen

Von

FRITZ GESSNER und FEDERICO PANNIER

## A. EINLEITUNG

Eine grosse Zahl von Veröffentlichungen gibt darüber Auskunft, in welchen Konzentrationsbereichen und unter welchen Bedingungen  $\text{CO}_2$  bei der Photosynthese als begrenzender Faktor auftritt.

Es muss darum auffallen, dass in der Frage, ob auch der Sauerstoff bei der Atmung die Rolle eines Minimumfaktors spiele, grösste Unsicherheit herrscht. Die Zahl der hierüber angestellten Untersuchungen ist äusserst gering und ihre Ergebnisse widersprechen sich in der krassesten Weise.

Es ist jedoch nicht schwer einzusehen, warum wir es gerade hier mit einem weitgehend vernachlässigten Forschungsgebiet zu tun haben: Während unter normalen Bedingungen in der Luft 0,032%  $\text{CO}_2$  vorhanden sind, beteiligt sich der Sauerstoff zu 21% an der Zusammensetzung der Luft, übertrifft mengenmässig also das Kohlendioxyd fast um drei Zehnerpotenzen.

So steht der Sauerstoff den Vegetationsorganen der Landpflanzen in optimaler Menge zur Verfügung. Dies gilt auch dann, wenn sie — wie in Dunkelperioden — selbst keinen Sauerstoff produzieren. Nur im Inneren voluminöser Organe, wo ein langer Diffusionsweg die Sauerstoffzufuhr erschwert, können starke Schwankungen auftreten. Auch im Bereich der Wurzeln herrscht oft Sauerstoffmangel. Die Auslesewirkung, welche hier der Sauerstoff auf dem Wege über die Wurzelatmung — namentlich in nassen Böden — in Pflanzengesellschaften ausübt, ist in der Geobotanik lange bekannt. Damit aber dürften bereits die Bedingungen erschöpft sein, unter denen der Sauerstoff bei Landpflanzen als „limiting factor“ auftritt.

Völlig anderen Verhältnissen begegnen wir dagegen bei Wasser-

pflanzen. Selbst luftgesättigtes Wasser enthält pro Volumeneinheit nur etwa  $1/35$  der Sauerstoffmenge der Luft. Zudem laufen im Wasser stets sauerstoffzehrende Vorgänge ab, welche eine weitgehende Untersättigung zur Folge haben, ja grosse Gebiete des Wassers sind — wenigstens zeitweise — völlig frei von löslichem Sauerstoff.

Wird es bereits deshalb sinnvoll, nach einer respirationsbegrenzenden Rolle des Sauerstoffs im Wasser zu fragen, so ist die geringe Sauerstoffkonzentration hier nicht die einzige Ursache der Atmungserschwerung. Diese ist vielmehr dadurch gegeben, dass sich die Moleküle im Wasser mit einer um drei bis vier Zehnerpotenzen geringeren Diffusionsgeschwindigkeit bewegen als in einem Gasraum, so dass selbst in hohen Sauerstoffkonzentrationen nur ein *sehr langsamer Gasnachschub* erfolgt. Auch ist die Gasdiffusion von zahlreichen Grössen abhängig, wie der Beschaffenheit der Oberflächengewebe, dem Anschluss des Interzellularensystems an die Aussenwelt, der Temperatur, der Grösse der Grenzschicht und damit der Stärke der Wasserbewegung um den Pflanzenkörper. Wir müssen daher je nach den ökologischen Gegebenheiten, mit vielfältigen Abwandlungen in der Sauerstoffversorgung der Pflanzen rechnen. Hinzu kommt, dass wir besonders im stehenden Wasser zeitlich und örtlich stark unterschiedliche Sauerstoffbedingungen vorfinden können, je nachdem ob die Atmungsprozesse überwiegen (Sauerstofferniedrigung) oder sich durch die photosynthetische Tätigkeit der Vegetation Sauerstoffübersättigung einstellt.

In vorliegender Arbeit wird der Einfluss der Sauerstoffkonzentration auf die Intensität der Sauerstoffaufnahme der Pflanze geprüft. Um Einblick in die Wechselwirkungen zwischen Organismus und „Lebensraum“ zu gewinnen, wurden Pflanzen aus möglichst verschiedenen Standorten zum Vergleich herangezogen.

## B. UNTERSUCHUNG ÜBER DEN SAUERSTOFFVER- BRAUCH DER WASSERPFLANZEN

Über die Abhängigkeit der Atmung der Wasserpflanzen von der Sauerstoffspannung liegen bislang nur wenige Arbeiten vor. Während HOFFMAN (1929) auf Grund eigener Untersuchungen sowie jener von KNIPE (1914) und HARDER (1915) zu dem Schluss kommt, dass sich der Sauerstoffverbrauch der Wasserpflanzen in weiten Grenzen *unabhängig* vom Sauerstoffpartialdruck erweist, lassen die Untersuchungen von PANTANELLI (1914) und WURMSER & JACQUOT (1923) gerade das Umgekehrte vermuten. Die gleiche Situation treffen wir bei Vergleich der Arbeiten über Bakterien an (PÜTTER, 1924; HARVEY, 1925; BURK, 1930; ZOBELL & STADLER,



1940, im Gegensatz zu den Beobachtungen von WOHLFEIL, 1930; GEORGI & WILSON, 1933; WAKSMAN & CAREY, 1935; WAKSMANN & RENN, 1936). GESSNER (1937) fand bei *Cabomba aquatilis* und *Lagarosiphon major* eine Verminderung des Sauerstoffverbrauchs erst bei einer Sauerstoffspannung von weniger als 20% des  $O_2$ -Drucks in luftgesättigtem Wasser. Zu alldem lassen sich die vorgenannten Arbeiten infolge der Verschiedenartigkeit der Untersuchungsmethodik sowie der meist ungenügenden Angaben nicht miteinander vergleichen. Ausserdem kann vermutet werden, dass sich einzelne Typen von Wasserpflanzen gegenüber verschiedenen Sauerstoffspannungen unterschiedlich verhalten.

Mit Ausnahme von PANTANELLI (1914), ZOBELL & STADLER (1940) und BINET (1950) haben alle genannten Autoren nur mit Sauerstoffuntersättigungen gearbeitet. Es erweist sich daher als notwendig, die Versuche über das Verhalten der Wasserpflanzen unter veränderten Sauerstoffbedingungen zu erweitern und besonders Untersuchungen im Bereich der Sauerstoffübersättigung durchzuführen. Stets wurde hierbei auf möglichst gleichartige Versuchsbedingungen geachtet.

## I. METHODIK

Das Untersuchungsmaterial wurde in geschlossenen Flaschen mit Wasser bestimmten  $O_2$ -Gehalts (— Ausgangsspannung) im Dunkeln exponiert und der Sauerstoffverbrauch aus der Differenz zwischen dem Ausgangssauerstoffgehalt und dem Endwert bestimmt.

Da den Pflanzen unter natürlichen Bedingungen die in luftgesättigtem Wasser vorhandene Sauerstoffmenge zur Atmung zur Verfügung steht, wird diese als Ausgangsbasis gewählt (Normalspannung = 100%). Der absolute Gehalt betrug hierbei in Abhängigkeit von der Wassertemperatur (11—20° C), von der Höhenlage (520 m), vom Barometerstand, dem Gehalt an gelöstem anorganischen (— 160 mg/L.) und organischen Substanzen ( $BSB_5 = 0,7—1,0$  mg/L.) zwischen 8,3 und 10,9 mg  $O_2$ /L. Die aktuelle Reaktion schwankte zwischen pH = 7,1—7,4, die Karbonathärte um 14,8° d. K.H.

Der Sauerstoffgehalt des verwendeten Meerwassers von 35‰ Salzgehalt lag bei 7,5 mg  $O_2$ /L. Durch verschieden langes Einleiten von  $N_2$  bzw.  $O_2$  in 3-Literflaschen mit zunächst luftgesättigtem Wasser wurden die übrigen Sauerstoffkonzentrationen hergestellt. Da hierbei eine ungleiche Gasverteilung auftreten kann (vgl. GESSNER, 1937) und geringfügige Änderungen im Gasgehalt durch Diffusion an die Atmosphäre zu erwarten sind (vgl. SCHÜTZENBERGER & QUINQAUD, 1873), war stets für gute Gasdurchmischung in den

Versuchsflaschen zu sorgen und der Sauerstoffgehalt des Wassers von Zeit zu Zeit in besonderen Kontrollreihen auf den eingestellten Wert zu prüfen.

Für jede Versuchsreihe wurden 5—8 Versuchsflaschen von 110 bzw. 270 ccm Inhalt mit eingeschliffenen Glasstopfen aus den 3-Literabzugsflaschen unter entsprechenden Vorsichtmassnahmen (sh. OHLE 1953) mit Wasser von dem gewünschten Sauerstoffgehalt versehen, in jede der Flaschen annähernd gleich grosse Pflanzenmenngen (Frischgewicht = 6—10 g) eingebracht (über Verhältnis von Pflanzenmenge zu Flaschenvolumen siehe PANTANELLI 1914 und OLTMANNS 1923) und die Versuchsflaschen 1 Stunde lang im Dunkeln in einem Klinostaten eingespannt. So war während der Versuchszeit eine stete Nachlieferung von Sauerstoff in die Grenzschicht um die Pflanzenoberfläche gewährleistet (vgl. GESSNER 1937, 1940).

Zu Beginn des Versuchs wurde der Ausgangswert des Sauerstoffs (Kontrollwert) in einer Parallelprobe, nach Beendigung der Versuchszeit (1 Stunde) der Restsauerstoff in der Versuchsflasche titrimetrisch nach der Methode von WINKLER bestimmt. Aus der Differenz von Anfangs- und Endwert lassen sich bei Berücksichtigung der Flaschenvolumina die Atmungsgrössen der Pflanzen bestimmen. Aus dem Trockengewicht (Tg. bestimmt nach 24-stündigem Verbleiben im Trockenschrank bei 105° C) wurde der Sauerstoffverbrauch in  $\text{mg O}_2/\text{1g Tg.}/\text{1 Std.}$  errechnet.

Der durch Entnahme des Pflanzenmaterials aus den Versuchspflanzen bedingte Wasserverlust (2—3 ccm) wurde durch Zufügen von Wasser von der Ausgangsspannung wieder ergänzt.

Da nicht bekannt war, welchen Einfluss die Interzellularenluft auf die Atmungsgrösse nimmt, wurde diese zunächst durch Evakuieren entternt, doch zeigte sich bald, dass der Sauerstoffverbrauch evakuierter und nicht evakuierter Pflanzen nur geringfügige Unterschiede aufwies, die zudem im Bereich der normalen Streuung lagen.

Sämtliche Pflanzen wurden vor Versuchsbeginn für 24 Stunden in einem Aquarium mit durchströmendem Grundwasser ( $t_w = 13^\circ \pm 2^\circ \text{ C}$ ) in diffusum, abgeschwächtem Tageslicht gehalten.

In der Regel ist das Pflanzenmaterial nach jeweils einstündiger Expositionszeit in Wasser mit einer anderen Sauerstoffspannung überführt worden. So ergaben sich mehrstündige Versuchsreihen mit aufsteigenden bzw. absteigenden Sauerstoffspannungen, wobei — wenn nicht anders vermerkt — mit luftgesättigtem Wasser (Ausgangsspannung = 100%) begonnen wurde. Diese Versuche vermitteln ein Bild von dem Verhalten der Pflanzen unter gleitender Änderung der Sauerstoffspannung des Wassers, Verhältnisse, wie

wir sie unter natürlichen Bedingungen in der Regel antreffen. Zum Teil wurden die Atmungsintensitäten bei gleich bleibendem Sauerstoffgehalt über mehrere Stunden geprüft (siehe z.B. Abb. 1).

Um die von den einzelnen Sauerstoffreihen erhaltenen Atmungsgrößen miteinander vergleichen zu können, wurde die Ausgangsbasis (= luftgesättigtes Wasser 100%  $O_2$ -Spannung) gleich 1 gesetzt und die übrigen Werte als relative Atmungsintensitäten darauf bezogen.

Von grosser Bedeutung für die Ermittlung der tatsächlichen Atmungsgrösse ist die Wahl der Expositionszeit, da der Sauerstoffgehalt bei Verbleiben des Pflanzenmaterials in der geschlossenen Versuchsflasche in den ersten Stunden rasch abnimmt und nach etwa 8—10 Stunden einen nahezu konstanten Minimumwert erreicht. So darf als Höchstmass der Expositionszeit wohl kaum mehr als 1 Stunde gewählt werden, sollen die absoluten Atmungsgrößen nicht zu niedrig ausfallen; vgl. hierzu die Versuche von LOVÉN (1891), KNIEP (1914), HARDER (1915) und HOFFMANN (1929), in welchen die Pflanzen ganz verschiedene Zeit, meist 4—23 Stunden in den Versuchsflaschen exponiert waren.

Die Streuung der absoluten Atmungswerte fiel bei den verschiedenen Konzentrationsstufen verschieden aus. Dafür in Tabelle I einige Werte.

Die verhältnismässig hohen Streuwerte bei geringsten wie bei hohen  $O_2$ -Spannungen sind auf die grössere Labilität der extrem unter- bzw. übersättigten Lösungen zurückzuführen.

Die Streuwerte der Messergebnisse aus den übrigen Versuchsreihen liegen meist innerhalb der in nachstehenden Beispielen wiedergegebenen Grenzen.

Zum Abschluss dieses Abschnitts und zur Überleitung auf die folgenden Kapitel muss mit grossem Nachdruck eine Feststellung getroffen werden, welche eigenartigerweise bisher vollkommen unbeachtet geblieben ist und wahrscheinlich den Grund dafür darstellt, dass in dem Problem, welchem solche Arbeiten gewidmet sind die Unklarheiten bei weitem über jede sichere Erkenntnis überwiegen: Die Frage, welchen Einfluss die Sauerstoffspannung auf die Sauerstoffaufnahme bzw. die Respiration ausübt, scheint auf den ersten Blick eindeutig gestellt und leicht zu klären. Es zeigt sich jedoch sehr bald, dass eine Antwort in allgemeiner Form auf diese Frage nicht gegeben werden kann, da sie in entscheidendem Masse von der Art der Versuchsanstellung abhängt. Da die Atmungsgrösse einer Pflanze ausserordentlich labil ist, und nicht nur von Temperatur und anderen Aussenbedingungen abhängt, müssen gerade diese Faktoren auch auf die Ergebnisse in hohem Masse einwirken.

TABELLE I

Streuung der Messwerte in den Versuchen mit ab-bezw. aufsteigender Sauerstoffreihe.

Versuch	Zahl der Proben	O <sub>2</sub> -Spannung	Mittlerer Fehler des Gesamtergeb.
A. absteigende O <sub>2</sub> -Reihe			
1. <i>Fontinalis antipyrretica</i>	5	100 %	6,8 %
„ „	5	85 %	3,9 %
„ „	5	73 %	3,6 %
„ „	5	60 %	4,3 %
„ „	5	44 %	3,8 %
„ „	5	14 %	13,7 %
2. <i>Ranunculus flaccidus</i>	5	100 %	5,4 %
„ „	5	62 %	4,9 %
„ „	5	34 %	7,0 %
„ „	5	20 %	8,2 %
B. aufsteigende O <sub>2</sub> -Reihe			
1. <i>Cladophora glomerata</i>	8	100 %	4,2 %
„ „	8	230 %	2,0 %
„ „	8	330 %	5,2
„ „	8	445 %	9,0 %
2. <i>Batrachospermum moniliforme</i>	8	100 %	17,0 %
„ „	8	288 %	14,0 %
„ „	8	336 %	15,0 %
„ „	8	415 %	18,0 %

## II. VERSUCHE MIT SÜSSWASSERPFLANZEN

Die Versuchspflanzen wurden, soweit erforderlich, in feuchtem Zustand in Kunststoffbeuteln verpackt in das Laboratorium gebracht und dort für 24 Stunden in einem Glasaquarium bei durchströmendem Grundwasser (Wassertemperatur =  $13^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C) gehalten.

### A) Höhere Pflanzen.

Hiervon wurden folgende Arten untersucht:

- Fontinalis antipyrretica* 1. aus schwach fließendem Wasser (Würm bei Gauting)  
 2. von einem stärker strömenden Standort (Würm bei Blütenburg)
- Potamogeton densus* sämtliche Pflanzen aus stagnierendem Wasser und vom gleichen Standort
- Potamogeton gramineus*



- Potamogeton perfoliatus* (Freilandbecken des Münchener Botanischen Gartens).  
*Potamogeton crispus* aus stehendem Wasser (Freilandbecken des Münchener Botanischen Gartens).  
*Lagarosiphon major* (= *Elodea crista*) a) aus stehendem Wasser (Freilandbecken des Münchener Botanischen Gartens).  
*Ranunculus flaccidus* b) aus einem rasch strömenden Gewässerabschnitt (Würm bei Blütenburg).  
*Myriophyllum spicatum* aus stagnierendem Wasser (Freilandbecken des Münchener Botanischen Gartens).

### 1. *Fontinalis antipyretica*

Tabelle II: Atmungsgrösse von *Fontinalis antipyretica*. (Mittelwerte aus jeweils 5 Versuchsreihen).

#### I. *Fontinalis* aus schwach strömendem Wasser:

Versuch a) 24 Stunden nach Entnahme aus dem Freiland. Ausgangswert der  $O_2$ -Spannung: 100% = 10,6 mg  $O_2$ /L  
Wassertemperatur ( $t_w$ ) =  $13 \pm 1,5^\circ C$ .

Versuch b) Wiederholung von Versuch a) mit gleichen Pflanzen nach weiteren 24 Stunden.

$O_2$  : 100% = 10,2 mg/L

$t_w$  :  $16^\circ \pm 0,5^\circ C$ .

#### II. *Fontinalis* aus stark strömendem Wasser:

Versuch c) 24 Stunden nach Entnahme aus dem Freiland.

$O_2$  : 100% = 10,1 mg/L

$t_w$  :  $18^\circ \pm 0,5^\circ C$ .

TABELLE II

	$O_2$ -Spannung	100%	80%	70%	50%	30%	10%
Versuch a	<i>Absolute Atmung</i>	1,12	0,86	0,79	0,67	0,47	0,03
	mg $O_2$ /l g Tg./l Std.						
	<i>Relative Atmung</i>	1	0,72	0,67	0,56	0,39	0,03
Versuch b	<i>Absolute Atmung</i>	0,87	0,70	0,66	0,58	0,34	0,05
	mg $O_2$ /l g Tg./l Std.						
	<i>Relative Atmung</i>	1	0,80	0,77	0,67	0,39	0,06
Versuch c	<i>Absolute Atmung</i>	0,50	0,47	0,46	0,35	0,14	0,02
	mg $O_2$ /l g Tg./l Std.						
	<i>Relative Atmung</i>	1	0,94	0,92	0,70	0,26	0,02

Wie aus Versuch a) in Tabelle II zu erschen ist, erweist sich die Atmungsgrösse von *Fontinalis antipyretica* in allen verwendeten Sauerstoffbereichen abhängig vom Partialdruck des



gelösten Sauerstoffs. Der Sauerstoffverbrauch nimmt mit fortgesetzter  $O_2$ -Erniedrigung zunächst nur mässig, nach Unterschreiten eines Wertes von 40 % der Ausgangsspannung aber wesentlich stärker ab. In Wasser unter 10 % der Normalspannung nähert er sich dem Wert 0.

Wiederholen wir den Versuch 24 Stunden später mit dem gleichen Material (Versuch b), so erhalten wir den gleichen Kurvenverlauf, doch bleibt die Atmungsgrösse bei allen verwendeten Sauerstoffspannungen trotz der etwas erhöhten Versuchstemperatur gegenüber dem Vortrag zurück.

Wie sehr der absolute Sauerstoffverbrauch der Pflanze durch deren Milieu beeinflusst wird, erhellt auch aus Versuch c), in welchem Pflanzen von verschiedenen Standorten geprüft werden. Jene aus der schwächer strömenden Stelle (Versuch a) vermögen dem Wasser in der gleichen Zeit wesentlich mehr Sauerstoff zu entziehen als die aus dem stärker fliessenden Bachabschnitte. Der Verlauf der Atmungskurve wird hiervon jedoch nur wenig beeinflusst. Die unterschiedliche Abnahme des Sauerstoffverbrauchs im Bereich von  $O_2$ -Spannungen von 100 % — 60 % bzw. 50 % — 10 % ist noch deutlicher ausgeprägt.

Die Atmungsgrösse von *Fontinalis antipyretica* spricht somit in allen 3 Beispielen

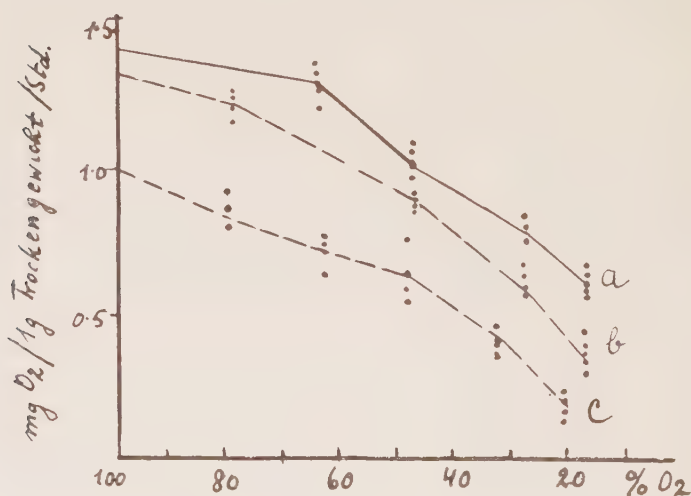


Abb. 1.

Absoluter Sauerstoffverbrauch von 3 *Potamogeton*-Arten bei abnehmendem  $O_2$ -Gehalt des Wassers. a: *Potamogeton perfoliatus*, b: *P. gramineus*, c: *P. densus*. Wassertemperatur 12° C

in gleicher Weise auf eine Änderung des Sauerstoffpartialdrucks an.

## 2. Versuche an: *Potamogeton perfoliatus*

*Potamogeton gramineus*

*Potamogeton densus* (Abb. 1)

Wiederum erhalten wir unter gleichen Versuchsbedingungen einen ähnlichen Kurvenverlauf wie bei *Fontinalis*. Die absoluten Atmungsgrößen von *Potamogeton perfoliatus* und *P. gramineus* bleiben jedoch weit über jener von *Fontinalis*, während die von *Potamogeton densus* ähnliche Werte erreichen wie *Fontinalis* im schwach bewegten Wasser. Da die drei *Potamogeton*-Arten aus stagnierendem Wasser stam-

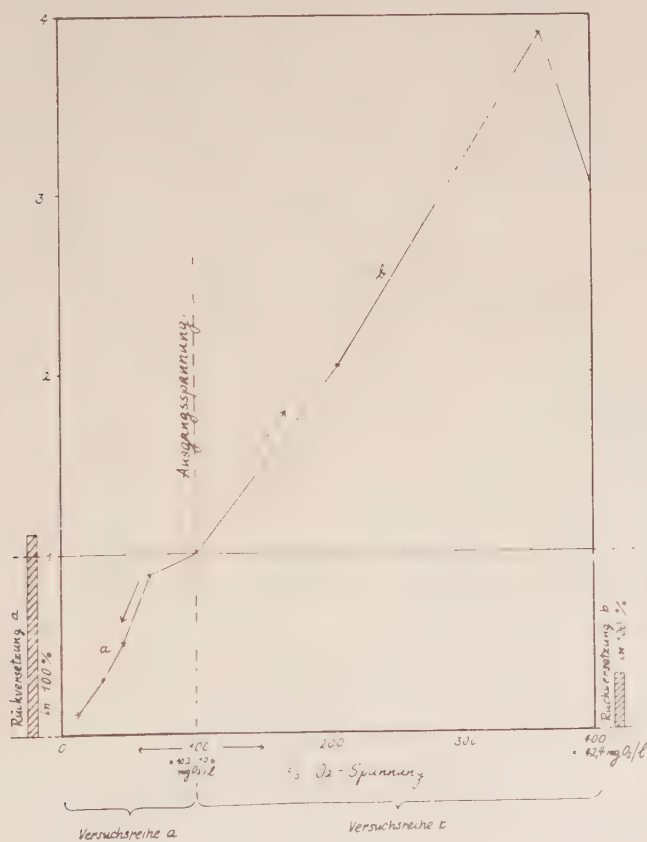


Abb. 2.

Atmung von *Lagarosiphon major* in O<sub>2</sub>-untersättigtem (Versuchsreihe a) und in übersättigtem (Versuchsreihe b) Wasser. Atmungswert bei luftgesättigtem Wasser (Ausgangsspannung) bei 11° C 1.27 mg O<sub>2</sub>/l g Tr. G./h = 1

men, dürfte der absolute Sauerstoffverbrauch eine Abhängigkeit zur Wasserbewegung des Standortes zeigen. Obwohl *Potamogeton gramineus* unter den 3 *Potamogeton*-Arten die grösste Oberflächenentwicklung aufweist, bleibt diese Pflanze im absoluten Sauerstoffverbrauch sowie in der Abhängigkeit von der jeweiligen Sauerstoffspannung innerhalb der bei den beiden übrigen Arten beobachteten Grenzen. Der Atmungsmechanismus kann daher in diesem Fall nur unwesentlich von der Grösse der relativen Pflanzenoberfläche beeinflusst werden.

### 3. *Lagarosiphon major* (= *Elodea crispa*).

In diesen Versuchen wurde das Pflanzenmaterial — beginnend mit einer Ausgangsspannung von 100% — nicht nur in eine absteigende, sondern ebenso in eine aufsteigende Sauerstoffreihe gebracht. Das Ergebnis zeigt Abb. 2. Für die Versuchsreihe a) mit sinkendem  $O_2$ -Gehalt finden wir das bereits bekannte Kurvenbild. Bringen wir die Pflanzen in Wasser höherer  $O_2$ -Spannung (Versuchsreihe b), so steigt der Sauerstoffverbrauch mit zunehmendem Sauerstoffgehalt zunächst nahezu linear an, erreicht jedoch bei 345% (35,5 mg/ $O_2$  L)

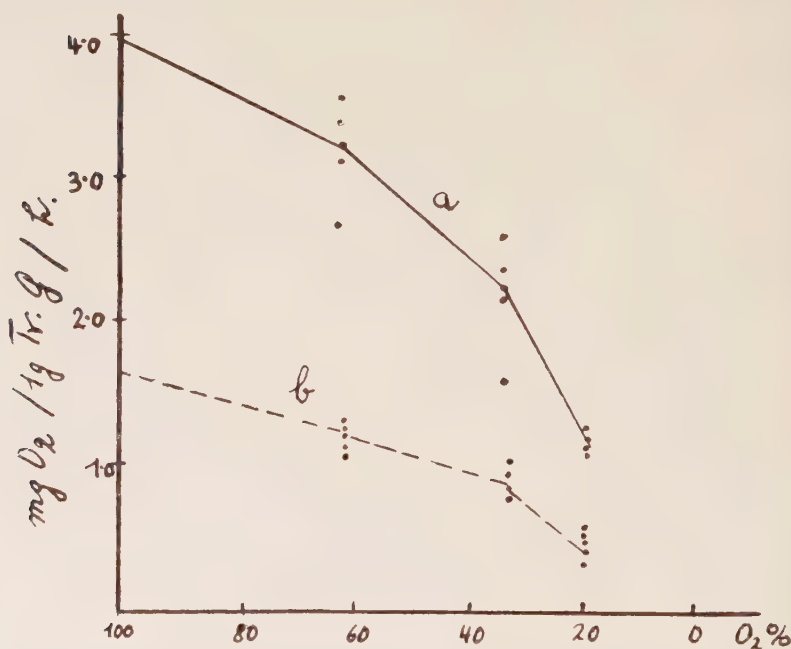


Abb. 3.

Atmung von *Ranunculus flaccidus* aus stehendem (a) und aus fließendem (b) Wasser bei 16° C

ein Maximum. Bei 400 % der Sättigung fällt die Atmungsgrösse stark ab. Selbst nach Rückversetzung in Wasser von der Ausgangsspannung (100%) werden nunmehr nur 19% des ursprünglichen Atmungswertes erreicht. Bei absteigender Sauerstoffreihe (Versuchsreihe b) veratmet die Pflanze nach Rückversetzung dagegen sogar um 17% mehr als zu Versuchsbeginn.

#### 4. *Ranunculus flaccidus*

Da für die folgenden Untersuchungen die gleiche Pflanzenart aus fließendem wie aus stehendem Wasser zur Verfügung stand, bot sich die Möglichkeit, die bereits bei *Fontinalis* und im Vergleich hierzu bei den *Potamogeton*-Arten erkennbare Abhängigkeit der Atmungsintensität von der Wasserbewegung des Standortes zu prüfen. A. Aus Abb. 3 ist zu erkennen, dass die absolute Atmungsintensität

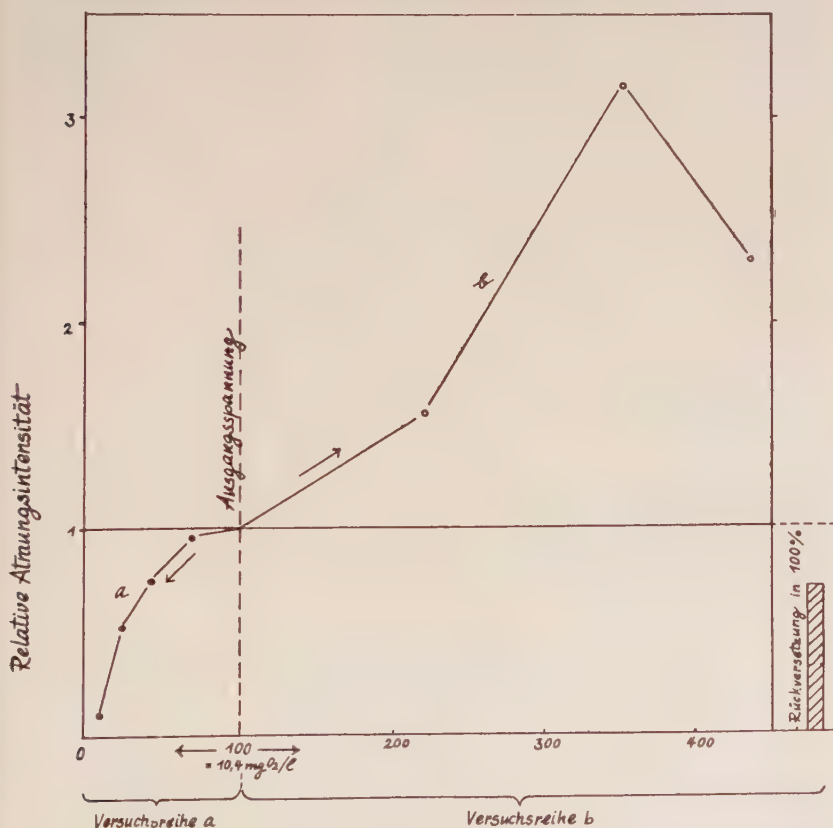


Abb. 4.

Atmung von *Ranunculus flaccidus* (aus stehendem Wasser) bei steigender und fallender  $\text{O}_2$ -Spannung. (Versuchsanordnung wie in Abb. 2)

der Stillwasserform weitaus über jener aus fließendem Wasser liegt (Mittelwerte aus 5 Kontrollreihen). Auch bei Wiederholung des Versuches zu anderer Jahreszeit (bei höherer Wassertemperatur) mit Pflanzen der gleichen Standorte, fanden wir die gleiche Beziehung.

- B. Wie verhält sich *Ranunculus flaccidus* gegenüber starker Erhöhung des Sauerstoffgehaltes des Wassers?

Auch hier stellt sich wie bei *Lagarosiphon* mit steigender  $O_2$ -Spannung ein Maximum der Atmungsintensität bei etwa 360 $\%$  ein und wir finden nach Überschreiten dieses Wertes einen starken Abfall der Atmungsgrösse (Abb. 4).

### 5. *Myriophyllum spicatum*

Im Bereich niedriger Sauerstoffkonzentrationen weist der Verlauf der Atmungskurve keine Besonderheiten auf. Im Gegensatz hierzu finden wir bei hohen Sauerstoffspannungen ganz andere Verhältnisse als bei *Lagarosiphon major* und bei *Ranunculus flaccidus* (Abb. 5). Wohl beträgt der Sauerstoffverbrauch bei unmittelbarem Verbringen in sehr sauerstoffreiches Wasser ( $O_2$ -Spannung - 472 $\%$ )

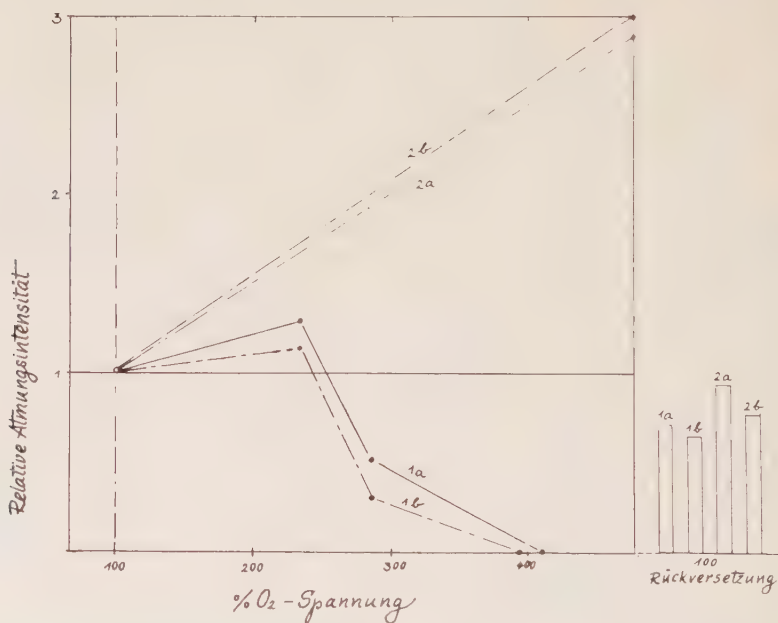


Abb. 5.

Relative Atmung von *Myriophyllum spicatum* (a) und *Potamogeton crispus* (b) bei stufenweiser Übertragung in steigende  $O_2$ -Übersättigungen (Versuch 1) und bei direkter Übertragung in 400 %  $O_2$  (Versuch 2).



nahezu das 3-Fache des Ausgangswertes (Versuch 2), aber bei g l e i t e n d e r Überführung in die aufsteigende Sauerstoffreihe (Versuch 1) sinkt die zunächst langsam ansteigende Atmungsgrösse bereits bei 286<sup>o</sup>/<sub>o</sub> auf die Hälfte des ursprünglichen Betrages ab, um bei 409<sup>o</sup>/<sub>o</sub> sogar den Nullwert zu erreichen.

Dass dieses Phänomen nicht auf *Myriophyllum* beschränkt ist, zeigt der Wiederholungsversuch mit *Potamogeton crispus*, in welchem wir ausserordentlich ähnliche Werte bekommen.

## **B. Die O<sub>2</sub>- Aufnahme von Süsswasseralgen bei verschiedener Sauerstoffspannung**

Im Gegensatz zu den Meeresalgen, über welche im nächsten Abschnitt berichtet werden wird, finden sich in der Literatur kaum Angaben über die Frage, welche Bedeutung der Sauerstoffgehalt des Wassers für die Atmung der Süsswasseralgen besitzt. Wir haben uns daher dieser Frage gewidmet und dabei folgende Formen untersucht:

Chrysophyceae: *Hydrurus foetidus*, aus einem rasch fliessenden Allgäuer Bach.

Chlorophyceae: *Cladophora glomerata*, aus einem rasch fliessenden Zufluss der Amper bei Dachau.

*Oedogonium spec.*, aus dem Freilandbecken des Münchener Botanischen Gartens.

*Pithophora oedogonia*, eine Oedogoniale tropischer Herkunft, die in den Gewächshäusern bei stehendem Wasser bevorzugt an den Wurzeln von Mangroven wächst. Allgemein in europäischen Gewächshäusern verbreitet.

Rhodophyceae: *Batrachospermum moniliforme*, aus sehr langsam fliessenden Bächen des Seener Seengebietes (Chiemgau) und dem Murnauer Moos.

## **1. SAUERSTOFFVERBRAUCH VON SÜSSWASSERALGEN BEI VERMINDERTER SAUERSTOFFSPANNUNG**

Die relativen Atmungsintensitäten von *Hydrurus foetidus*, *Cladophora glomerata*, *Oedogonium spec.*, *Pithophora oedogonia* und *Batrachospermum moniliforme* sind in Abb. 6 zusammengefasst. Wir ersehen hieraus, dass *Batrachospermum* weitaus am empfindlichsten auf eine Erniedrigung der Sauerstoffspannung besonders im Bereich unter 60% anspricht, während *Cladophora* das andere

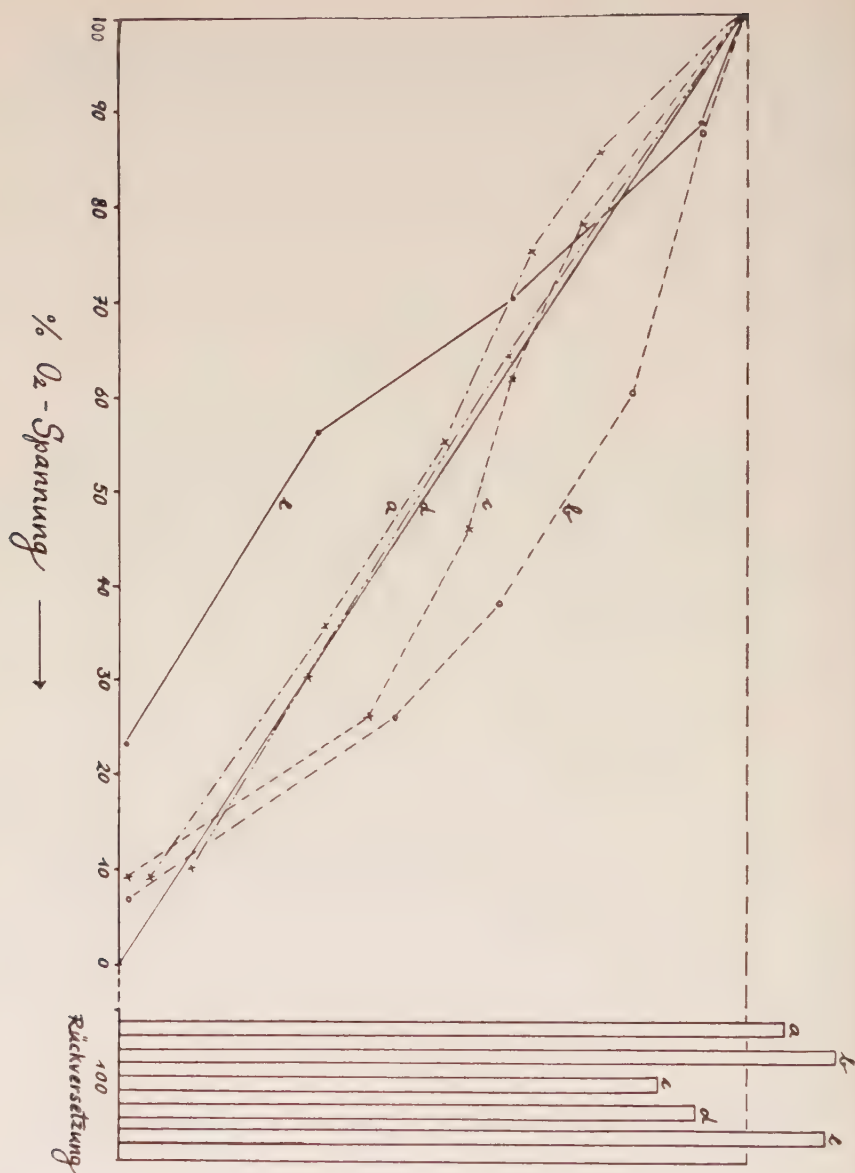


Abb. 6.

Relative Atmungsintensität verschiedener Süßwasseralgen bei abnehmendem O<sub>2</sub>-Gehalt des Wassers. a: *Hydrurus foetidus*, b: *Cladophora glomerata*, c: *Oedogonium spec.* d: *Pithophora oedogonia*, e: *Batrachospermum moniliforme*.

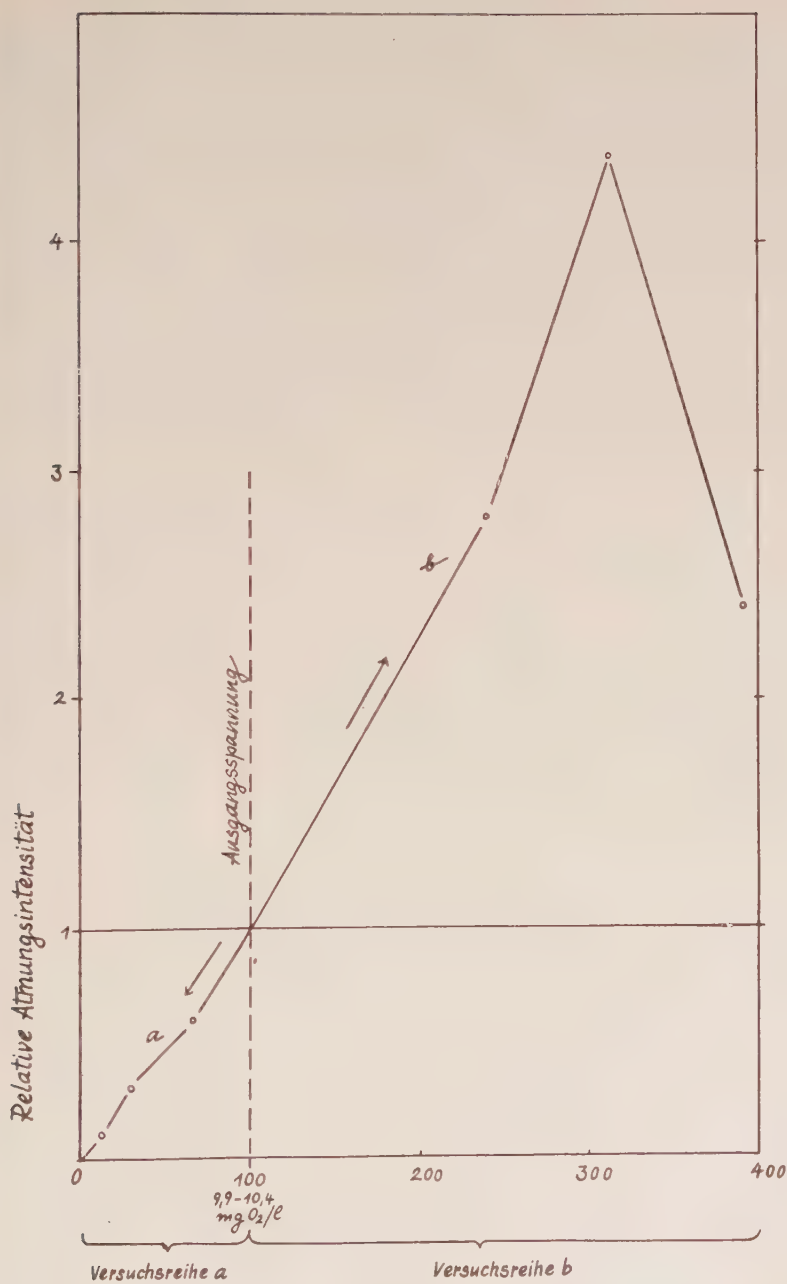


Abb. 7.

Relative Atmung von *Pithophora oedogonia* bei steigender und fallender Sauerstoffspannung des Wassers. (Wie Versuche in Abb. 2 und 4).

Extrem in dieser Algenreihe darstellt. *Batrachospermum* atmet bereits bei einer Spannung von 23 ‰, kaum mehr. Bei den übrigen verwendeten Algen erreicht die Atmungskurve die Abszisse erst nach Unterschreiten einer Spannung von 10 ‰. Gegenüber den höheren Pflanzen zeigt der Verlauf der Atmungskurven bei den untersuchten Algen starke und für die Gattung charakteristische Unterschiede. Während, die Atmungsgrößen der höheren Pflanzen mit abnehmender Sauerstoffspannung (Abb. 3) (besonders unter 50%) immer stärker abfallen, finden wir diese Gesetzmäßigkeit hier nur bei *Cladophora* und *Oedogonium*. Im Gegensatz dazu stehen *Hydrurus*, *Pithophora* und *Batrachospermum*, deren Sauerstoffverbrauch bei Erniedrigung des O<sub>2</sub>-Gehaltes etwa linear abnimmt.

## 2. SAUERSTOFFVERBRAUCH VON SÜSSWASSERALGEN BEI ERHÖHTER SAUERSTOFFSPANNUNG

Bringen wir *Cladophora glomerata*, *Pithophora oedogonia* und *Batrachospermum moniliforme* in Wasser von zunehmend höherer O<sub>2</sub>-Spannung, so steigt die relative Atmungsintensität zunächst stark an (Abb. 7, 8). Wie bei *Lagarosiphion* und *Ranunculus* unter den höheren Wasserpflanzen erreichen auch hier die Atmungskurven

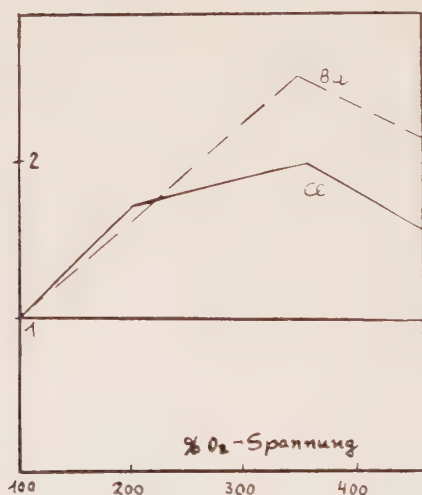


Abb. 8.  
Atmung von *Cladophora glomerata* und *Batrachospermum* in O<sub>2</sub>-übersättigtem Wasser.

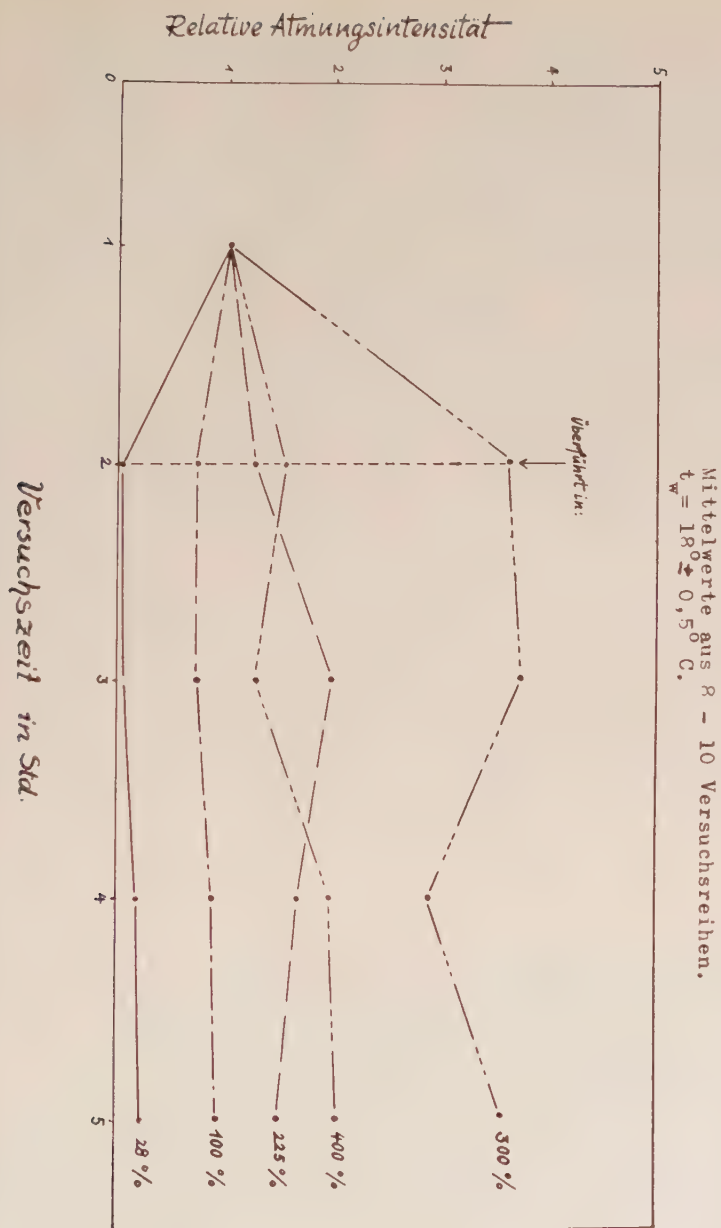


Abb. 9.

Relative Atmung von *Pithophora oedogonia* im 5-stündigem Dauerversuch bei verschiedenen  $\text{O}_2$ -Spannungen. Wassertemperatur  $18^\circ \text{ C.}$



zwischen 300 und 350 ‰ ihr Maximum und zeigen in gleicher Weise im Bereich von 400 ‰ der Sauerstoffsättigung und darüber einen deutlichen Abfall.

Über die Sauerstoffspannung, in welcher das Maximum der Atmungsintensität zu erwarten ist, sollen weitere Versuche mit *Cladophora* Aufschluss geben. Aus den Abb. 7 und 8 ersehen wir, dass die Atmungsintensität trotz gleicher Versuchsbedingungen zwischen 200—300 ‰ (Versuch a) bzw. 300—400 ‰ (Versuch b), den Höchstwert erreicht. So ist in Sauerstoffkonzentrationen zwischen 200—400 ‰ wohl immer mit einem Abfall der Atmungsintensität zu rechnen, aber das Maximum liegt in diesem Bereich nicht fest. Zwischen 100—200 ‰ ergibt sich dagegen ein steigender Sauerstoffverbrauch. Dies geht noch deutlicher aus den Versuchen mit *Pithophora* hervor. Hier wurden die Pflanzen für 5 Stunden in die jeweils gleiche Sauerstoffspannung überführt. Trotz der unvermeidbaren Streuungen, wie sie dabei zu erwarten sind, bleibt das Maximum des Sauerstoffverbrauches bei 300 ‰ der O<sub>2</sub>-Spannung (Abb. 9). Bei 400 ‰ Sauerstoffsättigung hält sich die Atmungsgrösse dagegen etwa bei gleicher Höhe wie bei 225 ‰. Die Atmung ist jedoch selbst bei 100 ‰ trotz der gleichbleibenden Versuchsbedingungen nicht konstant. Wie zahlreiche Vergleichsmessungen ergaben, sinkt der Atmungswert bei 100 ‰ O<sub>2</sub>-Spannung in der Regel zunächst ab und strebt, langsam ansteigend, dem Ausgangssauerstoffverbrauch zu, wenngleich dieser bis Versuchsende meist nicht mehr erreicht wird.

### III. VERSUCHE MIT MEERESPFLANZEN

Da nach den bisher vorliegenden Literaturangaben (HARDER 1915, HOFFMANN 1929, KNIEP 1914) in der Frage nach der Bedeutung der O<sub>2</sub>-Spannung für die Atmung der Meerespflanzen (besonders der Meeresalgen) grösste Uneinigkeit herrscht, wurden auch marine Gewächse in die Untersuchungen einbezogen.

Das Material entstammte einerseits der Küste Istriens (*Gelidium capillaceum*) und wurde unmittelbar nach der Entnahme in der biologischen Station Rovinj untersucht, andererseits dem Golfe von Neapel, von wo es in wasserdichten Kunststoffbeuteln auf schnellstem Wege nach München gebracht und im Botanischen Institut 36 bis 40 Stunden nach der Entnahme in künstlichem Seewasser (Salzgehalt 35<sup>0</sup>/<sub>00</sub>) in die Versuchsfaschen verbracht wurde.

## A) Atmungsgrößen von *Posidonia oceanica*

Vergleichen wir die Atmungsgrößen von *Posidonia oceanica* mit jenen der nah verwandten *Potamogeton*-Arten (Abb. 10), so finden wir bei absteigender Sauerstoffreihe einen wesentlich unterschiedlichen Verlauf der Atmungskurven. Während sich die *Potamogeton*-Arten dem Atmungstypus der übrigen höheren Wasserpflanzen einordnen, lässt sich *Posidonia* infolge der völlig linearen Abnahme der relativen Atmungsintensität nur mit den Süßwasseralgen *Hydrurus* und *Pithophora* in Parallele stellen.

Ebenso fällt *Posidonia* im absoluten Sauerstoffverbrauch ( $-0,6$  mg  $O_2$ /1 g Tg./1 Std. bei 100‰  $O_2$ -Spannung) gegenüber *Potamogeton* ( $-1,4$  mg  $O_2$ /1 g Tg./1 Std. bei 100‰  $O_2$ -Spannung) stark zurück und zeigt auch hier wieder Ähnlichkeit mit *Hydrurus* ( $-0,45$  mg  $O_2$ /1 g Tg. 1 Std). Von den höheren Süßwasserpflanzen besitzt lediglich *Fontinalis antipyretica* — und auch von dieser nur die Standortformen aus stark strömendem Wasser — einen ähnlich niedrigen Atmungswert.

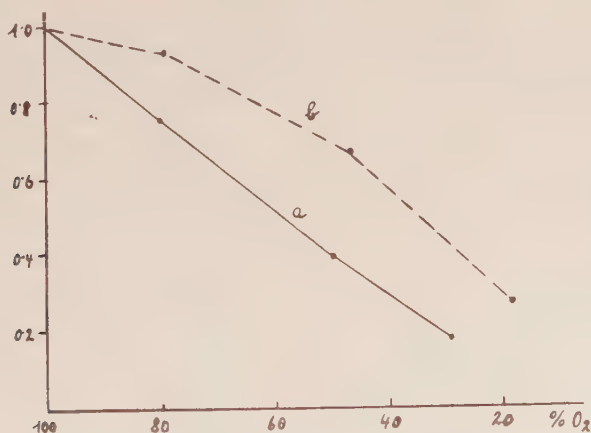


Abb. 10.

Relative Atmung von *Posidonia* (a) und *Potamogeton gramineus* (b) bei gleichender Erniedrigung der  $O_2$ -Spannung.

## B) Atmungsgrößen von Meeressalgen

Wie seit langem bekannt, lassen sich Meeressalgen nur dann kultivieren, wenn man dafür sorgt, dass die Versuchsgefäße Meerwasser enthalten, das mit Sauerstoff gesättigt ist. Auch die Erfahrung, dass sich solche Pflanzen nicht in Wasser, sondern nur in feuchter Luft ohne Schaden transportieren lassen, spricht dafür, dass die Sauerstoffaufnahme der Meeressalgen in hohem Masse von der  $O_2$ -Spannung des Wassers abhängt. Aus diesem Grunde wurden also

Atmungsversuche an diesen Pflanzen ebenfalls in das Arbeitsprogramm aufgenommen.

### 1. Atmungsversuche an *Gelidium capillaceum*

Das Material der zu diesen Versuchen verwendeten Rotalge entstammte den Felsenküsten Istriens in der nächsten Umgebung von Rovinj. Nach dem Einsammeln wurden die Thalli auf dem schnellsten Wege in die meeresbiologische Station Rovinj gebracht und hier meist bereits nach ein oder zwei Stunden verarbeitet. Die Thalli wurden dabei in — absichtlich verschiedene — Portionen geteilt und in Flaschen eingeführt, die mit 100 % luftgesättigtem Meerwasser gefüllt waren. Nachdem diese Flaschen bei Temperaturen zwischen 22 und 24 °C verschieden lange Zeit in Dunkeln gestanden hatten, wurde im Wasser nach Entfernung der Algen der Sauerstoff bestimmt, das Trockengewicht der Algen ermittelt und die Sauerstoffaufnahme berechnet. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die erhaltenen Werte:

TABELLE III

Versuchsdauer in Stunden	Trockengewicht in mg	Sauerstoffaufnahme mg O <sub>2</sub> /1g Tr.G./Std.	Produkt Stunden × Gewicht
2,5	345	0,59	865
2,3	270	0,50	624
4,5	195	0,46	900
7,5	295	0,48	2250
7,5	228	0,60	1750
20	64	0,71	1280
20	117	0,30	2340
20	164	0,31	3280
12	277	0,32	3324
12	142	0,40	1704
12	236	0,40	2832

Wenn wir die Werte in der dritten Spalte miteinander vergleichen, so machen wir die unerfreuliche Feststellung, dass sie um weit mehr als um 100 % streuen. Diese Tatsache ist allen Forschern aufgefallen, welche Bestimmungen des Sauerstoffverbrauchs von Meeresalgen gemacht haben (HOFFMANN 1929) und erschwert es ausserordentlich, zu exakten Ergebnissen zu gelangen.

Nun müssen wir aber fragen, ob denn diese Schwankungen völlig willkürlich sind, oder ob sich in ihnen vielleicht eine Gesetzmässigkeit ausdrückt. Wie oben erwähnt, wurden bei dieser Versuchsreihe zwei Faktoren variiert, einmal die Menge des Pflanzenmaterials, zum anderen die Dauer des Versuches. Dabei wurde in allen Fällen dafür gesorgt, dass am Schluss des

Versuches noch mindestens die Hälfte des Anfangssauerstoffes vorhanden war, bzw. jene Fälle, wo eine Untersättigung von mehr als 50% eingetreten war, wurden aus der Betrachtung ausgeschieden. Die O<sub>2</sub>-Zehrung erfolgte also in allen Fällen zwischen 100% und 50% Sauerstoffsättigung.

Da die Menge des aufgenommenen Sauerstoffes einmal mit der verwendeten Pflanzenmenge, zum anderen mit der Versuchsdauer ansteigt, wurde aus beiden das Produkt gebildet und die Atmungswerte nach steigenden Werten dieses Produktes in Abb. 11 aufgetragen.

Trotz der grossen Streuung der Einzelwerte wird sehr deutlich, dass mit steigendem Produkt die Atmungswerte rapide absinken. Dies lässt sich aber nur so deuten, dass die Fähigkeit zur Sauerstoffaufnahme mit fallender O<sub>2</sub>-Menge im Versuchswasser absinkt. Selbst eine Sauerstoffuntersättigung von weniger als 50% bedeutet also bereits eine starke Hemmung in der Sauerstoffversorgung bei *Gelidium capillaceum*.

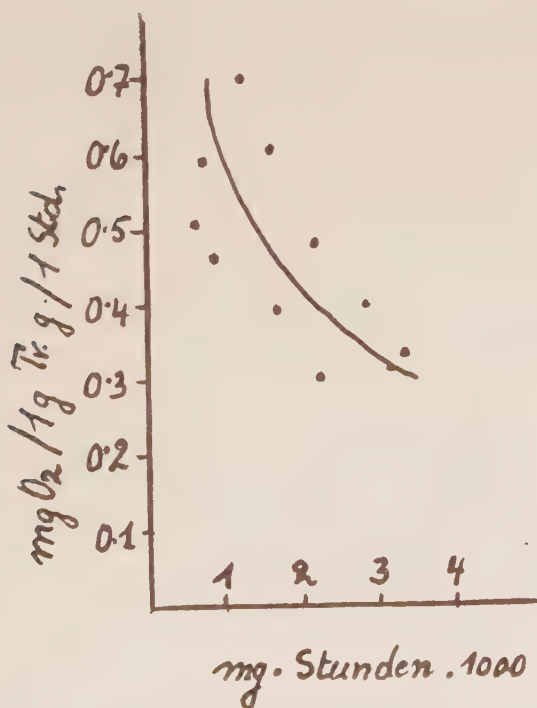


Abb. 11.

Absoluter Sauerstoffverbrauch der Rotalge *Gelidium capillaceum* in Beziehung zum Produkt aus Trockengewicht mal Expositionszeit.

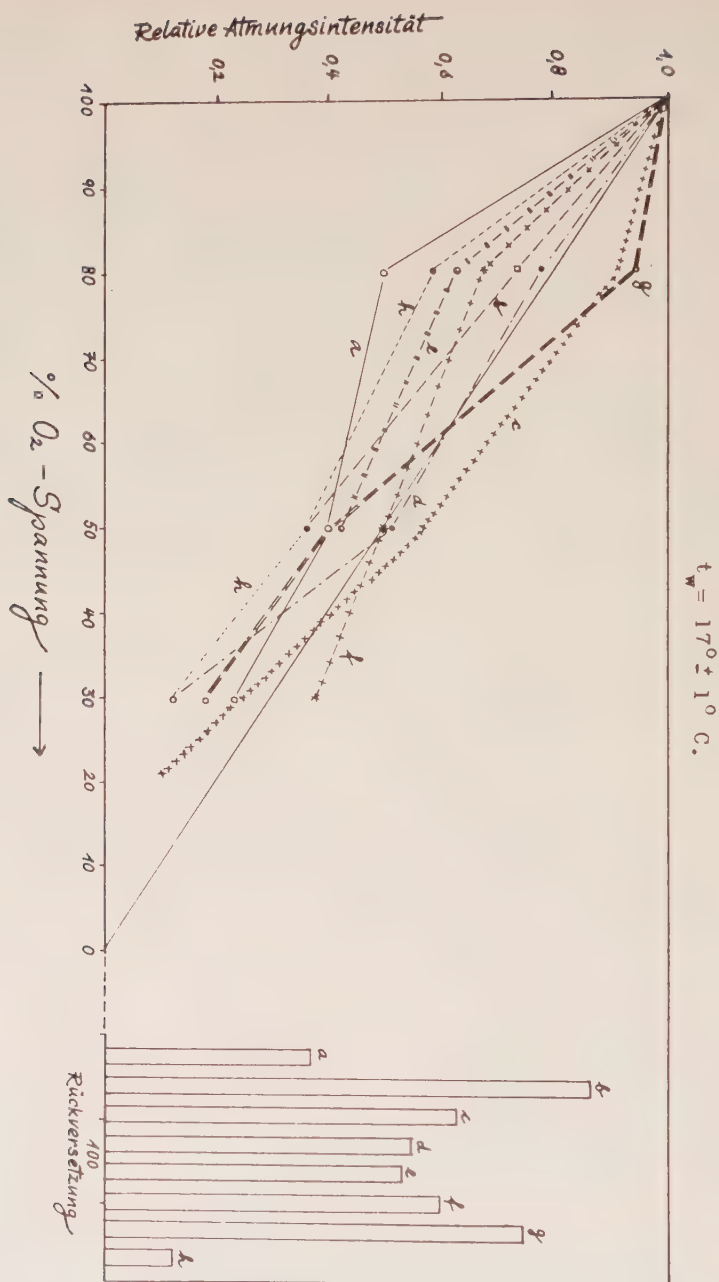


Abb. 12.

Relative Atmungsintensität verschiedener Meeresalgen bei abnehmender Sauerstoffspannung. a: *Ulva lactuca*, b: *Cystosira barbata*, c: *Stypocaulon scoparium*, d: *Padina pavonia*, e: *Colpomenia sinuosa*, f: *Sargassum Hornschuchii*, g: *Laurencia papillosa*, h: *Gracilaria armata*.



Wenn sich auch die soeben getroffene Feststellung recht eindeutig aus der Abb. 11 ablesen lässt, so bleibt es doch bedauerlich, dass die grosse Schwankungsbreite die Beziehung zwischen Atmungsintensität und O<sub>2</sub>-Sättigungsgrad des Wassers nicht genauer ablesen lässt. Es wurde infolgedessen in den weiteren Versuchen der andere noch mögliche Weg eingeschlagen, nämlich ein- und dieselbe Algenprobe successive verschiedenen O<sub>2</sub>-Spannungen ausgesetzt.

## 2. Verhalten von Meeresalgen unter verschiedenen Sauerstoffbedingungen des Wassers.

In den Versuchen wurden folgende Formen verwendet:

Chlorophyceae: *Ulva lactuca*

Phaeophyceae: *Colpomenia sinuosa*

*Stypocaulon scoparium*

*Cystosira ericoides*

*Padina pavonia*

*Sargassum Hornschuchii*

Rhodophyceae: *Gracilaria armata*

*Laurencia papillosa*

Nach Abb. 12 antworten die untersuchten Algen, mit Ausnahme von *Laurencia* und *Stypocaulon*, bereits bei einer Senkung des Sauerstoffgehalts des Wassers von 100‰ auf 80‰ mit einer starken Verminderung des O<sub>2</sub>-Verbrauchs (*Padina* um 22‰, *Cystosira* um 27‰, *Sargassum* um 31‰, *Colpomenia* um 37‰, *Gracilaria* um 41‰ und *Ulva lactuca* um 50‰). *Stypocaulon* und *Laurencia* vermögen die Sauerstofferniedrigung zunächst noch weitgehend zu kompensieren (Abfall der Atmungsgrösse gegenüber dem Ausgangswert nur 9 bzw. 5‰), folgen jedoch unter 80‰ O<sub>2</sub>-Spannung dem Verlauf der übrigen Atmungskurven. In keinem Falle finden wir eine Parallele zu den Atmungskurven der höheren Süsswasserflanzen, wohl aber zu den Verhältnissen bei den Süsswasseralgen (mit Ausnahme von *Cladophora* und *Oedogonium*, vgl. Abb. 6).

Nur bei den Meeresalgen ist es möglich, die einzelnen Gattungen and Hand des stark unterschiedlichen physiologischen Verhaltens bei Sauerstoffspannungen um 80‰ gut voneinander zu trennen (Abb. 12), eine Erscheinung, die bei den höheren Süsswasserpflanzen schwach angedeutet, bei den Süsswasseralgen höchstens im Bereich geringer Sauerstoffspannungen zu finden ist.

Keine der untersuchten Meeresalgen überschreitet bei einer Sauerstoffspannung des Wassers von 30‰ eine relative Atmungsintensität von 0,4; unter den Süsswasseralgen bleiben nur *Cladophora* und *Oedogonium* etwas über diesem Wert, während die höheren Wasserpflanzen dem Wasser unter diesen Bedingungen stets mehr Sauerstoff entziehen (Abb. 13).

Im Rückversetzungsversuch wird — im Gegensatz zu den höheren Wasserpflanzen und Süsswasseralgen — von keiner der Meeresalgen auch nur annähernd die Ausgangsatmungsgrösse erreicht, ja *Ulva* und *Gracilaria* bleiben sogar unter 50 %, bezw. 15 %, des Sauerstoffverbrauchs bei Normalspannung.

Nur bei *Gracilaria* liess sich bei Überführung in niedrige  $O_2$ -Spannungen des Wassers eine zunehmende Schädigung erkennen, die sich in einer von den Spitzen der Thalli ausgehenden Entfärbung und der Diffusion des Farbstoffes in das umgebende Medium äusser- te. Nach den Befunden von ROSANOFF (1867) und REINKE (1903)

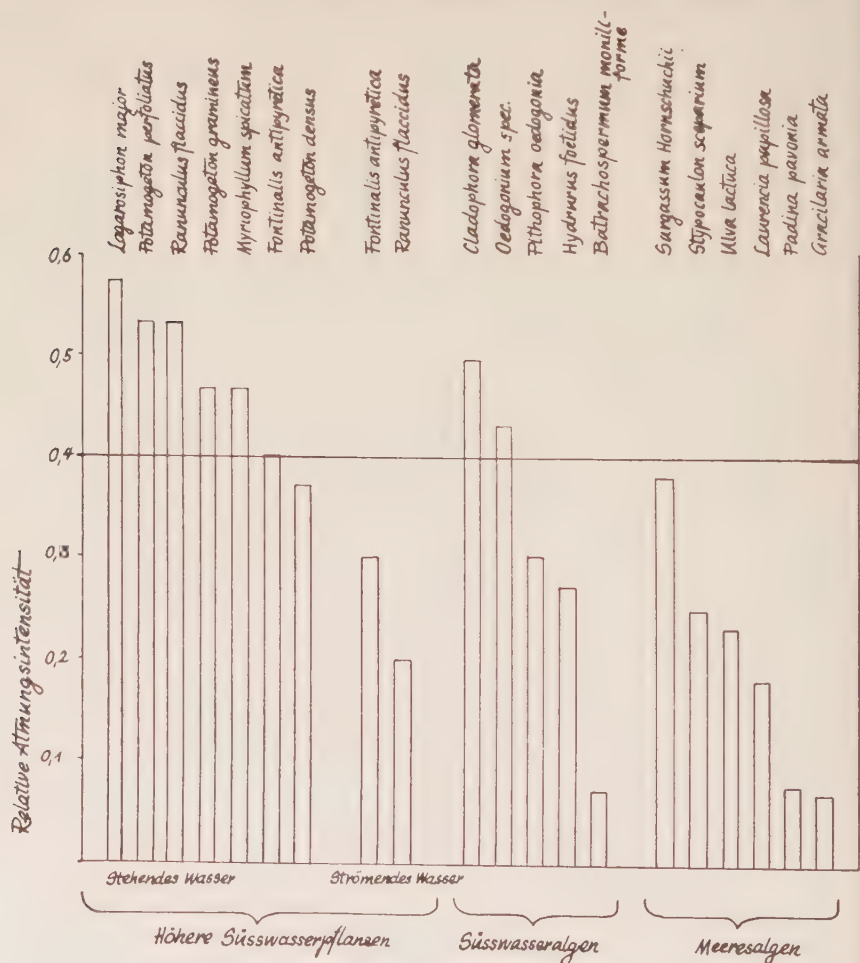


Abb. 13.

Relative Atmungsintensitäten höherer Süsswasserpflanzen, sowie von Süsswasser- und Meeresalgen bei einer  $O_2$ -Spannung von 30 %

müssen wir annehmen, dass *Gracilaria* bei einer Sauerstofferniedrigung des Wassers um mehr als 50% des Normalwertes bereits letal geschädigt wird. So ist der geringe Atmungswert bei Rückversetzung verständlich. Inwieweit besonders bei *Ulva*, *Colpomenia*, *Padina*, *Sargassum* und *Stypocaulon* ähnliche, allerdings noch nicht erkennbare Schädigungen den verhältnismässig niedrigen Sauerstoffverbrauch im Rückversetzungsversuch bedingen, kann nicht beantwortet werden. Auffällig ist, dass *Laurencia*, trotz der systematischen Verwandtschaft zu *Gracilaria*, bei Sauerstofferniedrigung keine Änderung des Zustandes der Zellen zeigt.

Der absolute Sauerstoffverbrauch von *Ulva lactuca*, wie von den Braunalgen, erreicht etwa gleiche Werte wie jene der höheren Süsswasserpflanzen (vgl. jedoch GESSNER 1940). Nur die Rhodophyceen *Laurencia* und *Gracilaria* veratmen in diesen Versuchen wesentlich weniger Sauerstoff.

#### IV. ÜBERBLICK UND DISKUSSION DER VERSUCHSBERGEBNISSE ÜBER DIE ATMUNG DER WASSERPFLANZEN UNTER VERÄNDERTEN SAUERSTOFFSPANNUNGEN

1. Die absolute Atmungsgrösse der höheren Wasserpflanzen steht in direkter Beziehung zur Stärke der Wasserbewegung am natürlichen Standort. Die Formen aus stagnierendem oder nur sehr schwach bewegtem Wasser entziehen ihrer Umgebung um 60—150% mehr Sauerstoff und reagieren auf Sauerstofferniedrigung des Wassers in nicht so hohem Masse mit einer Verminderung der Atmungsintensität wie die aus rasch strömenden Gewässerabschnitten. Gleiches wurde neuerdings auch bei Insektenlarven gefunden (ZAHNER 1957).

Der Atmungsstoffwechsel der Fliesswasserpflanzen wird also durch Sauerstoffschwankungen wesentlich stärker beeinflusst. Demgegenüber können die Formen des Stillwassers selbst grössere Änderungen im Sauerstoffgehalt des Wassers weitgehend kompensieren. Den Pflanzen der Bäche und Flüsse steht unter natürlichen Bedingungen in der Regel ein gleichmässigeres und nahe dem Luft sättigungswert liegendes Sauerstoffangebot zur Verfügung, wie wir dies entsprechend ihrem atmungsphysiologischen Verhalten fordern müssen. Im stagnierendem Wasser aber sind sie den dort heimischen Arten unterlegen, während für letztere im Fliesswasser die Anpassung an stärkere Sauerstoffschwankungen bedeutungslos wäre.

Infolge der durch den starken Sauerstoffverbrauch bedingten Erhöhung des Diffusionsgradienten erhalten die Teichformen aus einer verhältnismässig mächtigen Grenzschicht Sauerstoff aus der

Umgebung nachgeliefert. Im Fließwasser sorgt umgekehrt die Wasserbewegung durch weitgehende Zerstörung der Grenzschicht um den Pflanzenkörper für eine rasche Sauerstoffzufuhr.

2. An Hand des Verlaufs der Atmungskurven bei schrittweiser Erniedrigung des Sauerstoffgehaltes — ausgehend von luftgesättigtem Wasser — lassen sich, trotz mancherlei Übergänge, zwei voneinander unterscheidbare Atmungstypen herausstellen:

- a) Pflanzen, die auf Verminderung der  $O_2$ -Spannung mit einer gleichlaufenden und nahezu proportionalen Abnahme der relativen Atmungsintensität reagieren. Hierher gehören sämtliche untersuchten Meeresalgen, unter den Süßwasseralgen *Hydrurus*, *Pithophora*, *Batrachospermum* sowie die Meeres-Potamogetonaceae *Posidonia*.
- b) Pflanzen, die auf Erniedrigung des  $O_2$ -Gehaltes des Wassers zunächst nur wenig ansprechen, weiteren Sauerstoffentzug aber mit zunehmendem Abfall der Atmungsgrösse beantworten.

Hierher sind alle untersuchten höheren Süßwasserpflanzen zu rechnen, ferner *Cladophora* und *Oedogonium* unter den Süßwasseralgen.

Unter den höheren Süßwasserpflanzen finden wir eine Annäherung an Typ a) bei den Fließwasserformen angedeutet, bei den Meeresalgen *Stypocaulon* und *Laurencia* an Typ b).

Die Pflanzen des Typs b) entziehen selbst sauerstoffarmem Wasser noch weitaus mehr Sauerstoff als die des Typs a). Für letztere bleibt die relative Atmungsintensität bei einer  $O_2$ -Spannung von 30 % des Wassers merkbar unter 40 %, des Wertes bei Normalspannung, für die von Typ b) über 40 %.

Zum Atmungstyp a) gehörige Arten sprechen bereits auf geringfügige Erniedrigung der Sauerstoffspannung des Wassers mit einer Verminderung der Atmungsgrösse an, während die von b) ihren ursprünglichen Atmungswert im wesentlichen beibehalten. Letztere erweisen sich also weitgehend unabhängig von den Sauerstoffschwankungen des Wassers, wie sie unter natürlichen Bedingungen auftreten. So dürfen wir erwarten, dass die Formen des Typs b) besonders an das Stillwasser angepasst sind oder aber in ihrem Lebensraum Wuchsformen ausbilden können, wie Schwaden, Horste und Rasen, in welchen die Sauerstoffversorgung erschwert ist. In abgeschlossenen Räumen jedoch werden die Pflanzen dieses Typs den vorhandenen Sauerstoff rascher aufzehren, als die von a), bei denen mit der Senkung des Sauerstoffgehalts sofort eine starke Verminderung der Atmungsgrösse einhergeht (besonders ausgeprägt bei den Meeresalgen).

3. In Wasser mit zunehmend höherem Sauerstoffgehalt — ausgehend



von luftgesättigtem Wasser — können sich die Pflanzen sehr verschieden verhalten:

- a) Der Sauerstoffverbrauch nimmt rasch zu, erreicht aber bei etwa 250—400‰  $O_2$ -Sättigung ein Maximum. Über diesem Wert fällt die Atmungsgrösse wieder stark ab (höhere Süsswasserpflanzen: *Lagarosiphon*, *Ranunculus*; Süsswasseralgen: *Cladophora*, *Pithophora*, *Batrachospermum*).
  - b) Pflanzen antworten mit einem verhältnismässig geringen Anstieg der Atmung. Im etwa 250‰ der  $O_2$ -Spannung ist das Maximum bereits überschritten. Nun sinkt der Sauerstoffverbrauch stark ab. Schliesslich wird bei etwa 400‰  $O_2$ -Spannung die Atmung völlig eingestellt (*Potamogeton crispus*, *Myriophyllum spicatum*).
4. Die Versuche dieser Arbeit haben gezeigt, dass erhöhte und erniedrigte Sauerstoffspannungen, wie sie in der Natur vorkommen, entscheidenden Einfluss auf die Atmungsgrösse der Pflanze nehmen. Welche ökologische Bedeutung kommen daher den verschiedenen Sauerstoffspannungen im Wasser zu? Jeder Faktor, welcher die photosynthetische Rate erhöht (wie z.B. Licht, Temperatur,  $CO_2$ -Gehalt), wirkt sich ökologisch auch im positiven Sinne aus, denn durch Erhöhung der assimilatorischen Leistung wird sowohl mehr Baumaterial gebildet als auch zusätzliche Energie zur Verfügung gestellt. Völlig anderen Verhältnissen begegnen wir dagegen bei der Atmung: Faktoren, welche die Atmung erhöhen, können sich positiv auswirken, indem sie den Energiebedarf der Pflanze in höherem Masse befriedigen, sie können umgekehrt für die Pflanzen auch von Nachteil sein, da sie ihr Baumaterial entziehen. In gleicher Weise vermag eine Atmungssenkung entgegengesetzte Effekte hervorzurufen. Ob sich also eine Erhöhung oder Erniedrigung der Atmungsintensität ökologisch positiv oder negativ auswirkt, kann nicht allgemein beantwortet werden. So hat HOFFMANN (1929) gezeigt, dass bei der Überführung von Meeresalgen in Brackwasser eine Atmungssteigerung auftritt. Dieser Autor sieht diese geradezu als begrenzenden Faktor an für das Eindringen von Meeresalgen in salzarme Biotop.

Wenn also auch die Frage vorläufig nicht entschieden werden kann, welche ökologische Bedeutung die verschiedene  $O_2$ -Spannung des Wassers auf dem Wege über die Atmungsbeeinflussung für die Pflanzen des Wassers hat, so scheint uns doch zum Schluss ein physiologischer Gesichtspunkt der Erwähnung wert. Bekanntlich wird seit langem die reelle Assimilation (im Gegensatz zur apparenten) in der Weise bestimmt, dass der Wert der Dunkelatmung zum Assimilationswert addiert wird.



Wieweit dies berechtigt ist und die Dunkelatmung gleich der Lichtatmung gesetzt werden kann, ist dabei Gegenstand eingehender Untersuchungen und eifriger Diskussionen. Durch unsere Untersuchungen scheint sich jedoch ein Gesichtspunkt abzuzeichnen, der sonderbarerweise bisher kaum beachtet worden ist. Wenn-wie gezeigt worden ist-Sauerstoffübersättigung zu einer starken Atmungssteigerung führt, kann aus diesem Grunde die Lichtatmung nicht der Dunkelatmung gleichgestellt werden, da während der Photosynthese die Atmung unter Bedingungen erfolgen dürfte, welche einer Respiration in freiem Sauerstoff entspricht.

### C. LITERATURVERZEICHNIS

- BINET, M. P. - 1930 - Respiration des plantes amphibies en milieu aérien et en milieu aquatique; *Reg. gen. botan.*, 57.
- BURK, D. - 1930 - The influence of nitrogen gas upon the organic catalysis of nitrogen fixation by *Azotobacter*; *J. phys. Chem.*, 34.
- GEORGI, C. E. & WILSON, P. W. - 1933 - The influence of the tension of oxygen on the respiration of Rhizobia; *Arch. Mikrobiol.*, 4.
- GESSNER, F. - 1937 - Untersuchungen über Assimilation und Atmung submerser Wasserpflanzen; *Jahrb. wiss. Bot.*, 85.
- GESSNER, F. - 1940 - Die Bedeutung der Wasserbewegung für die Atmung und Assimilation der Meeresalgen; *Jahrb. wiss. Bot.* 89.
- HAGER, A. - 1957 - Zur Chromatographie der lipidlöslichen Blattfarbstoffe; *Planta*, 48.
- HARDER, R. - 1915 - Beiträge zur Kenntnis des Gaswechsels der Meeresalgen; *Jahrb. wiss. Bot.*, 56.
- HARVEY, E. N. - 1928 - The oxygen consumption of luminous bacteria; *J. Gen. Physiol.*, 11.
- HOFFMANN, C. - 1929 - Die Atmung der Meeresalgen und ihre Beziehung zum Salzgehalt; *Jahrb. wiss. Bot.*, 71.
- JAMES, W. O. - 1953 - Plant Respiration. Oxford, Clarendon Press.
- KNIEP, H. - 1914 - Über die Assimilation und Atmung der Meeresalgen; *Int. Rev. gesamt. Hydrobiol.*, 7.
- KOPP, M. - 1948 - Über das Sauerstoffbedürfnis wachsender Pflanzenzellen; *Ber. schweiz. bot. Ges.* 58.
- KYLIN, H. - 1911 - Einige Versuche über die Atmung der Meeresalgen; *Arkiv. f. Bot.*, 11.
- LOVEN, HEDW. - 1891 - Nagra rön om algernas andning; *Bihang till Kongl. Vet. Akad. Handl. Stockholm* 17.
- NEEB, O. - 1952 - Hydrodictyon als Objekt einer vergleichenden Untersuchung physiologischer Grössen; *Flora* 139.
- OHLE, W. - 1953 - Die chemische und elektrochemische Bestimmung des molekular gelösten Sauerstoffs der Binnengewässer, *Mitteil. d. Int. Ver. theoret. angew. Limnologie*.
- OLTMANN, FR. - 1923 - Morphologie und Biologie der Algen. Bd. 3, Jena.
- PANTANELLI, E. - 1914 - Atmung der Meeresalgen; *Ber. dtsch. bot. Ges.* 32.
- PÜTTER, A. - 1924 - Die Atmung der Planktonbakterien; *Pflüg. Arch. ges. Physiol.* 204.

- SCHÜTZENBERGER, P. & QUINQUAD, E. - 1873 - Sur la respiration des vegetaux aquatiques immergés. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 77.
- STILES, W. & LEACH, W. - 1952 - Respiration in plants. London. Methuen & Co. Ltd.
- WAKSMAN, S. A. & CAREY, C. L. - 1935 - Decomposition of organic matter in sea water by bacteria. I. Bacterial multiplication in stored sea water; *J. Bact.* 29.
- WAKSMAN, S. A. & RENN, C. E. - 1936 - Decomposition of organic matter in sea water by bacteria. III. Factors influencing the rate of decomposition; *Giol. Bull.*, 70.
- WOHLFEIL, T. - 1930 - Über die Abhängigkeit der Atmungsintensität atmen-der Bakterienaufschwemmungen von der Bakterienzahl; *Zbl. Bakt. I. Abt.*, 117.
- ZAHNER, R. - 1957 - Über die Bindung von Calopteryx (= Agrion) virgo L. und Calopteryx (= Agrion) splendens HARR. (Odonata, Zygoptera) an den Lebensraum des strömenden Wassers. Inaug. Diss. München.
- ZOBELL, C. & STADLER, J. - 1940 - The effect of oxygen tension on the oxygen uptake of lake bacteria; *J. Bact.* 39. Nr. 3.

#### ANSCHRIFTEN DER VERFASSEN

- Prof. Dr. FRITZ GESSNER, München (Deutschland), Menzingerstrasse 67  
Botanisches Institut der Universität
- Dr. FEDERICO PANNIER, Caracas (Venezuela) Apdto 2156  
Instituto botanico

# Recherches hydrobiologiques au lac Tumba

(Congo Belge, Province de l'Equateur).

par

G. MARLIER

## I. INTRODUCTION ET HISTORIQUE

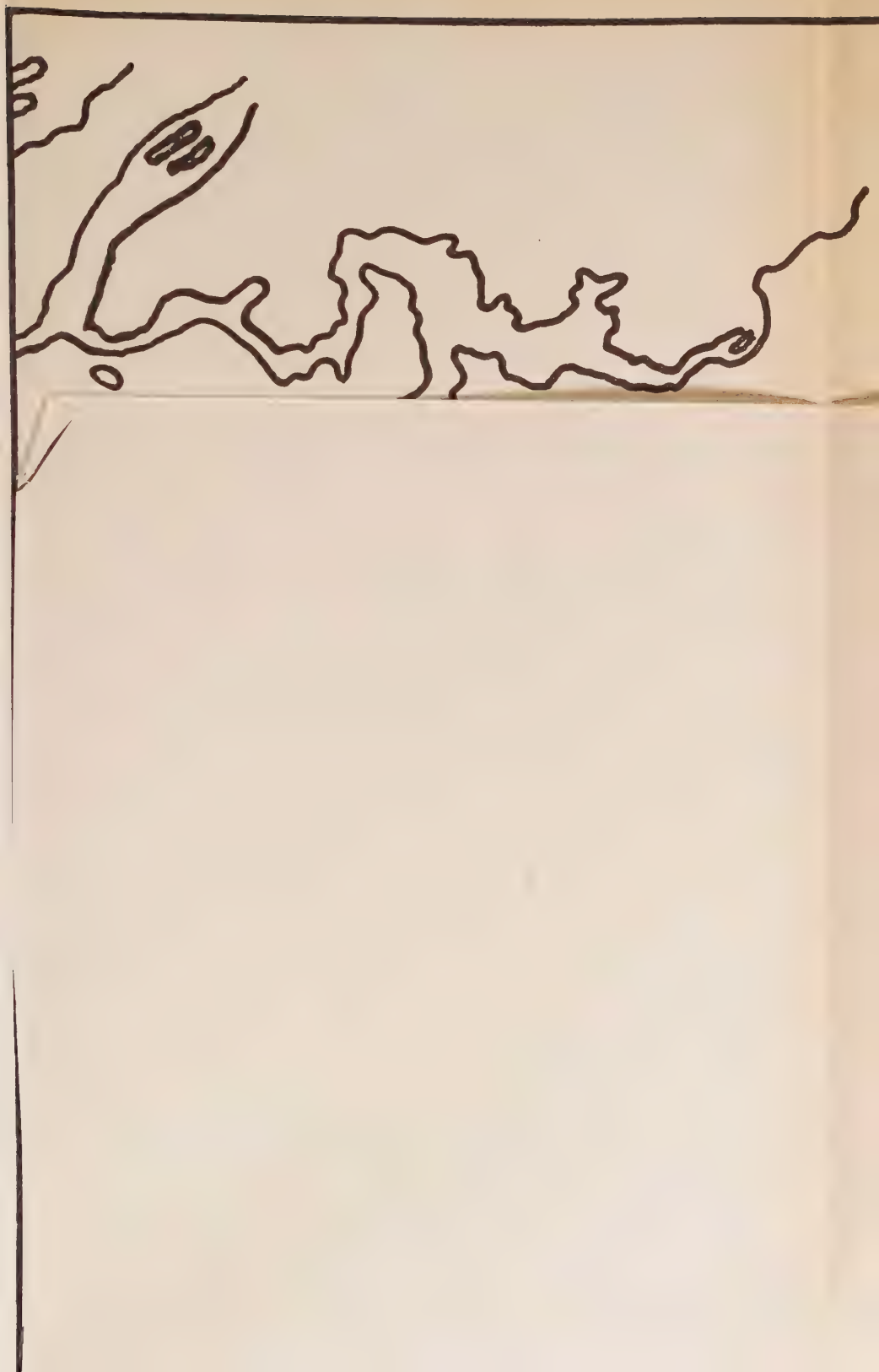
Le lac Tumba est une étendue de quelques 765 km<sup>2</sup> de superficie située peu au sud de l'Equateur par 1° de latitude sud et 18° de longitude est. L'altitude y est de 350 m environ. Le bassin versant du lac a été estimé par E. DEVROEY à 7.380 km<sup>2</sup>.

Le lac, connu depuis fort longtemps, fut figuré sur une carte, d'une manière assez approximative en 1896 par le Capitaine FIEVEZ qui y fit un voyage de reconnaissance. Ce voyageur ne donna guère de renseignements sur le lac lui-même mais nous savons que la circulation par voie de terre était possible, mais pénible, en saison sèche, entre le lac Tumba et le lac Léopold II situé à très peu de distance plus au sud. En juillet 1896, le Capitaine SHAGERSTRÖM exécuta une série de sondages dans le lac afin de vérifier les conditions de navigabilité. Nulle part il ne trouva de profondeur supérieure à 6 m.

Le Centre de l'Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Centrale de Mabali est situé au bord du lac Tumba, sur la côte sud-orientale. Il occupe les deux presqu'îles de Mabali et de Bwalanga et est approximativement délimité par les rivières Membe et Mokala. Les zones occupées représentent tous les faciès que l'on peut rencontrer autour du lac Tumba. Nous y avons séjourné avec M. J. DUBOIS chimiste de l'Institution, durant deux périodes d'un mois environ, en 1955 et 1956.

Le Centre de Mabali a publié récemment, en 1955, un aperçu général sur la végétation de la région du Tumba, travail auquel nous nous référerons à de nombreuses reprises au cours de cette note.

Nous profitons de l'occasion qui nous est offerte pour remercier Mr et Mme J. MOUREAU pour leur généreuse hospitalité durant ces deux séjours dans leur centre, ainsi que pour les renseignements et conseils qu'ils nous ont prodigués.







## II. GÉOGRAPHIE

Le lac Tumba est tributaire du fleuve Congo, dans lequel il déverse le trop-plein de ses eaux par le chenal d'Irebu, en aval de Coquilhatville. Il reçoit d'assez nombreux affluents, particulièrement au sud et à l'est. Les plus importants sont: la Nganga à l'ouest, la Lobambo au sud-ouest, la Bituka au sud, la Lolo au sud-est, la Mokala et la Membe à l'est. A l'embouchure de ces rivières et assez loin de leur cours inférieur, croît une forêt inondée où l'eau peut atteindre plusieurs mètres de profondeur et dont les arbres constituants sont des espèces caractéristiques (2).

L'effluent, appelé le chenal d'Irebu, quitte le lac au nord-ouest et, après un parcours assez sinueux de quelque 35 km, se jette dans le fleuve Congo à Irebu.

Les affluents du lac Tumba sont très différents d'aspect suivant le moment de l'année où on les considère. Parfois il s'agit de nappes d'eau tranquille montrant un courant extrêmement faible, parfois au contraire se sont de véritables torrents d'eau noire dont la violence peut être suffisante pour emporter les digues de terre et de gravier sur lesquelles sont construites les routes; les passages ménagés à l'eau sous celles-ci deviennent bien vite insuffisants. L'aspect calme ou torrentueux de ces cours d'eau est soumis à deux facteurs qui ne sont pas toujours en concordance absolue: la pluviosité dans le bassin de leur cours supérieur, la décrue plus ou moins rapide du lac Tumba. Lors de la crue, le cours de ces rivières s'enfle d'une manière importante et les eaux peuvent s'étendre bien largement en dehors des limites du lac lui-même; à ce moment une partie de la forêt est inondée et cela pendant une durée variable de l'année. Les associations végétales caractéristiques suivant les durées d'inondation et d'exondation ainsi que la composition du sol et du sous-sol ont été très bien décrites par BOUILLENNE, MOUREAU & DEUSE (1955). L'importance de ce phénomène d'inondation de la forêt n'échappera pas au biologiste au courant des conditions de vie dans les régions tropicales. Nous y reviendrons plus loin.

Le lac Tumba offre une série d'îles qui sont tantôt assez importantes, tantôt de simples îlots. Les plus intéressantes sont: l'île d'Elondi à peu de distance de la côte occidentale, dans la moitié sud et le groupe des îles Bienge, au nombre de quatre dont deux petites îlots situées vers le milieu du lac, non loin de Bikoro. Dans plusieurs embouchures de rivières se trouvent des étendues de terres importantes, séparées de la rive proprement dite par des chenaux. Ces „îles" ne diffèrent évidemment pas de la rive.

### III. RIVAGES ET BATHYMÉTRIE

Le lac Tumba est une cuvette de peu de profondeur dont les rives sont en majeure partie densément boisées. Même les rares installations agricoles des Européens ménagent la couverture forestière et déboisent fort peu les rivages. C'est une circonstance très heureuse vu l'intensité de l'érosion dans cette région équatoriale. En certains endroits cependant, la rive se dégage et est occupée par une clairière (esobe) où les conditions édaphiques sont très particulières. C'est là un cas exceptionnel. Partout ailleurs, les rives sont boisées; elles sont cependant, suivant les endroits, fort variées.

Sur les promontoires battus par les vagues et suivant les orientations s'opposant aux vents dominants, la rive peut être rocheuse et même abrupte tandis que dans les baies et à l'abri du vent la rive peut être basse et même marécageuse.

L'origine de ces faciès et la nature du peuplement végétal correspondant à ces diverses modalités ont été décrites dans le travail cité ci-dessus (2). Nous n'y reviendrons ici que dans la mesure où les phénomènes limnologiques et zoologiques en sont fortement influencés. Qu'il nous suffise de signaler que les rives „rocheuses” se rencontrent là où la cuirasse pseudolatéritique (alios) atteint les eaux du lac, soit qu'elle s'y interrompe brutalement comme sur les rives des presque îles de Bwalanga et de Mabali, au sud-est du lac, soit qu'elle glisse sous les eaux en pente douce comme dans les baies du sud du lac (Mabinza). Dans le premier cas, la rive peut constituer une falaise haute de plusieurs mètres où le front de la cuirasse ferrugineuse s'opposant aux vagues, permet à la couche de limon sus-jacent, de se maintenir. La cuirasse subit de violents assauts de la part des vagues, son ciment se désagrège et des blocs s'en détachent qui finissent par se disloquer et se transformer en grenaille de limonite; à son tour celle-ci sera emportée par les eaux. Là où la dalle ferrugineuse glisse sous les eaux du lac, l'érosion est moins violente mais les vagues lavent tout le limon qui, sur la terre ferme, lui est superposé.

Ces deux types de rives offrent au monde animal et végétal des conditions de vie très différentes. Il existe aussi au bord du lac Tumba des plages en pente douce formées de sédiment fin. Certaines de ces plages sont formées d'un limon sableux, très fin, de couleur claire dans lequel sont agglomérés de nombreux détritiques organiques provenant de la forêt voisine. Vers le lac ces plages s'étendent sous l'eau sans démarcation nette et finissent par se fusionner avec le fond de kaolin. Il n'y a donc pas à ces endroits de dalle ferrugineuse. En d'autres points, notamment vers les fonds de baies, un fin gravier rouge ferrugineux forme le principal sédiment des plages et provient de l'altération de la dalle pseudolatéritique aux endroits exposés aux

violences du lac. Enfin dans l'extrême fond des baies et dans l'embouchure des rivières se constitue une rive marécageuse dont l'origine est une „prairie flottante” et l'aboutissement, une forêt Igapo analogue à certaines formations décrites en Amazonie (2).

Il nous suffit d'indiquer que la prairie flottante est une formation végétale importante pour l'économie biologique du lac de même que la „restinga” (digue) ainsi que la forêt marécageuse qui en résulte. Falaises, dalles en pente, plages, prairies flottantes et forêt inondée, constituent autant de biotopes différents à la fois par les conditions de fixation, d'aération, d'exposition aux vagues et de nourriture. On y rencontre donc des associations biologiques particulières.

### **Nature du fond.**

Le fond du lac Tumba est occupé par une couche fort épaisse de kaolin qui se prolonge sous la terre ferme en dessous de la cuirasse ferrugineuse dont il fut question plus haut. Cette cuirasse ne se prolonge qu'exceptionnellement dans le lac (rives à dalle en pente) où d'ailleurs elle est rapidement attaquée et disloquée. La couche de kaolin du fond est recouverte par quelques centimètres à peine de débris organiques végétaux, finement divisés en petits grains provenant pour leur plus grande part des arbres des rives, minuscules débris de bois, de feuilles et de fruits. Ces débris sont plus grossiers au fond des baies où d'ailleurs des branches et même des arbres entiers se rencontrent dans l'eau. Il n'y a donc pas, à notre connaissance, de véritables vases formées dans le lac lui-même. La faible profondeur du lac et son agitation quasi constante expliquent que les débris organiques du fond soient si divisés. La présence d'oxygène au contact du fond est due à l'absence des dépôts réducteurs que l'on trouve dans la plupart des lacs.

### **Profondeur.**

La profondeur du fond fut mesurée au moyen du petit sondeur à main décrit par H. DAMAS (4) et utilisé par lui au lac Kivu. Les mesures sont exactes à 10 cm. près mais une erreur importante se glisse aisément dans la carte bathymétrique. C'est celle de la position précise du bateau. En effet, la carte topographique officielle n'est pas d'une fidélité absolue et il est très difficile d'y reporter les alignements pris de la rive. D'autre part, dans les frêles pirogues indigènes, la dérive est parfois importante par grand vent. Les deux mesures successives dans la même station peuvent différer de 20 cm. à cause du déplacement de l'embarcation. Mais, vu la régularité des fonds, cet inconvénient a été jugé de peu d'importance.

Vu les importantes variations saisonnières et annuelles du niveau du lac, qui atteignent plusieurs mètres et vu cette faible profondeur, il est important de tenir compte des premières pour établir la carte bathymétrique. Pour ce faire, toutes les profondeurs que nous avons mesurées ont été ramenées à un niveau théorique de la surface des eaux correspondant à la cote 2 m. de l'échelle limnimétrique de Bikoro. Cette référence permet, connaissant la hauteur des eaux, d'interpréter toute mesure de profondeur à un moment quelconque de l'année. Ces hauteurs, mesurées à l'échelle de Bikoro, sont publiées par E. DEVROEY dans l'*Annuaire Hydrologique du Congo Belge*.

A map of the Mabalí area, showing bathymetric contours and the location of the I.R.S.A.C. station. The map includes a north arrow and a scale bar indicating 1 Km. The area is labeled 'MABALI' and 'Bare de Bwalanga'. Bathymetric contours are shown with values such as 270, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000, 1010, 1020, 1030, 1040, 1050, 1060, 1070, 1080, 1090, 1100, 1110, 1120, 1130, 1140, 1150, 1160, 1170, 1180, 1190, 1200, 1210, 1220, 1230, 1240, 1250, 1260, 1270, 1280, 1290, 1300, 1310, 1320, 1330, 1340, 1350, 1360, 1370, 1380, 1390, 1400, 1410, 1420, 1430, 1440, 1450, 1460, 1470, 1480, 1490, 1500, 1510, 1520, 1530, 1540, 1550, 1560, 1570, 1580, 1590, 1600, 1610, 1620, 1630, 1640, 1650, 1660, 1670, 1680, 1690, 1700, 1710, 1720, 1730, 1740, 1750, 1760, 1770, 1780, 1790, 1800, 1810, 1820, 1830, 1840, 1850, 1860, 1870, 1880, 1890, 1900, 1910, 1920, 1930, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, 2020, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070, 2080, 2090, 2100, 2110, 2120, 2130, 2140, 2150, 2160, 2170, 2180, 2190, 2200, 2210, 2220, 2230, 2240, 2250, 2260, 2270, 2280, 2290, 2300, 2310, 2320, 2330, 2340, 2350, 2360, 2370, 2380, 2390, 2400, 2410, 2420, 2430, 2440, 2450, 2460, 2470, 2480, 2490, 2500, 2510, 2520, 2530, 2540, 2550, 2560, 2570, 2580, 2590, 2600, 2610, 2620, 2630, 2640, 2650, 2660, 2670, 2680, 2690, 2700, 2710, 2720, 2730, 2740, 2750, 2760, 2770, 2780, 2790, 2800, 2810, 2820, 2830, 2840, 2850, 2860, 2870, 2880, 2890, 2900, 2910, 2920, 2930, 2940, 2950, 2960, 2970, 2980, 2990, 3000, 3010, 3020, 3030, 3040, 3050, 3060, 3070, 3080, 3090, 3100, 3110, 3120, 3130, 3140, 3150, 3160, 3170, 3180, 3190, 3200, 3210, 3220, 3230, 3240, 3250, 3260, 3270, 3280, 3290, 3300, 3310, 3320, 3330, 3340, 3350, 3360, 3370, 3380, 3390, 3400, 3410, 3420, 3430, 3440, 3450, 3460, 3470, 3480, 3490, 3500, 3510, 3520, 3530, 3540, 3550, 3560, 3570, 3580, 3590, 3600, 3610, 3620, 3630, 3640, 3650, 3660, 3670, 3680, 3690, 3700, 3710, 3720, 3730, 3740, 3750, 3760, 3770, 3780, 3790, 3800, 3810, 3820, 3830, 3840, 3850, 3860, 3870, 3880, 3890, 3900, 3910, 3920, 3930, 3940, 3950, 3960, 3970, 3980, 3990, 4000, 4010, 4020, 4030, 4040, 4050, 4060, 4070, 4080, 4090, 4100, 4110, 4120, 4130, 4140, 4150, 4160, 4170, 4180, 4190, 4200, 4210, 4220, 4230, 4240, 4250, 4260, 4270, 4280, 4290, 4300, 4310, 4320, 4330, 4340, 4350, 4360, 4370, 4380, 4390, 4400, 4410, 4420, 4430, 4440, 4450, 4460, 4470, 4480, 4490, 4500, 4510, 4520, 4530, 4540, 4550, 4560, 4570, 4580, 4590, 4600, 4610, 4620, 4630, 4640, 4650, 4660, 4670, 4680, 4690, 4700, 4710, 4720, 4730, 4740, 4750, 4760, 4770, 4780, 4790, 4800, 4810, 4820, 4830, 4840, 4850, 4860, 4870, 4880, 4890, 4900, 4910, 4920, 4930, 4940, 4950, 4960, 4970, 4980, 4990, 5000, 5010, 5020, 5030, 5040, 5050, 5060, 5070, 5080, 5090, 5100, 5110, 5120, 5130, 5140, 5150, 5160, 5170, 5180, 5190, 5200, 5210, 5220, 5230, 5240, 5250, 5260, 5270, 5280, 5290, 5300, 5310, 5320, 5330, 5340, 5350, 5360, 5370, 5380, 5390, 5400, 5410, 5420, 5430, 5440, 5450, 5460, 5470, 5480, 5490, 5500, 5510, 5520, 5530, 5540, 5550, 5560, 5570, 5580, 5590, 5600, 5610, 5620, 5630, 5640, 5650, 5660, 5670, 5680, 5690, 5700, 5710, 5720, 5730, 5740, 5750, 5760, 5770, 5780, 5790, 5800, 5810, 5820, 5830, 5840, 5850, 5860, 5870, 5880, 5890, 5900, 5910, 5920, 5930, 5940, 5950, 5960, 5970, 5980, 5990, 6000, 6010, 6020, 6030, 6040, 6050, 6060, 6070, 6080, 6090, 6100, 6110, 6120, 6130, 6140, 6150, 6160, 6170, 6180, 6190, 6200, 6210, 6220, 6230, 6240, 6250, 6260, 6270, 6280, 6290, 6300, 6310, 6320, 6330, 6340, 6350, 6360, 6370, 6380, 6390, 6400, 6410, 6420, 6430, 6440, 6450, 6460, 6470, 6480, 6490, 6500, 6510, 6520, 6530, 6540, 6550, 6560, 6570, 6580, 6590, 6600, 6610, 6620, 6630, 6640, 6650, 6660, 6670, 6680, 6690, 6700, 6710, 6720, 6730, 6740, 6750, 6760, 6770, 6780, 6790, 6800, 6810, 6820, 6830, 6840, 6850, 6860, 6870, 6880, 6890, 6900, 6910, 6920, 6930, 6940, 6950, 6960, 6970, 6980, 6990, 7000, 7010, 7020, 7030, 7040, 7050

356



ce au lac. Une autre interprétation de ce phénomène est que cet approfondissement littoral serait produit et maintenu par l'action érosive des vagues sur les rivages exposés.

Cependant, à certaines places, particulièrement dans les baies méridionales, s'observent des endroits très limités où la profondeur est moindre qu'aux environs: ce sont des sortes de „secs" ou d'îlots immergés.

La profondeur du lac croît du sud au nord. Elle ne dépasse guère 3 m. au sud de la concession de l'I.R.S.A.C. à Mabali. Par contre, elle s'élève couramment à plus de 5 m. entre la latitude de Mabali et celle des îles Bienge. Dans la moitié septentrionale du lac la profondeur va en s'accroissant vers la rive occidentale et vers le chenal d'Irebu. A l'entrée de celui-ci une mesure de 8 m. a pu être faite. Dans l'ensemble, le lac a l'aspect d'une vallée à fond plat parcourue essentiellement par les cours des rivières Bituka, Lobambo et Nganga. Cette vallée a ses rives tantôt hautes tantôt indécises et basses, bizarrement découpées et uniformément couverte d'une forêt dense. Le tout présente une sauvage grandeur qui n'est pas sans rappeler les paysages de l'Amazonie brésilienne.

L'expression „cuvette à parois raides" employée plus haut pour désigner le lac Tumba peut sembler curieuse quand on pense à cette dépression si peu profonde. Elle a sa raison d'être dans l'allure des courbes isobathes aux environs des rives où la profondeur maximum est en général, surtout à l'ouest, si rapidement atteinte que le talus peut sembler presque vertical. Evidemment là où la forêt inon-

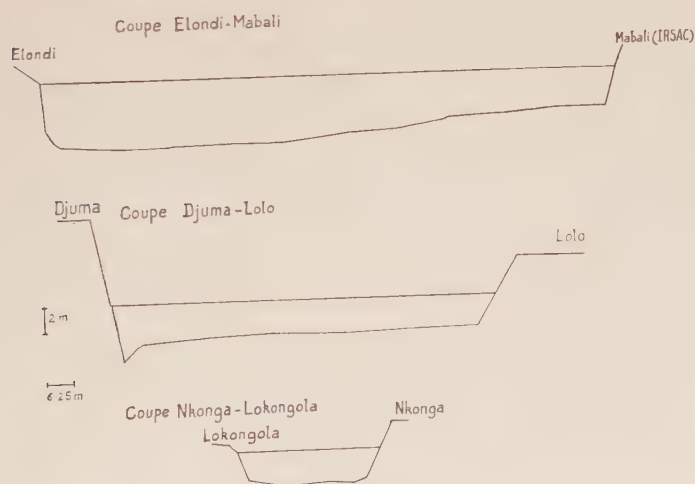


Fig. 3.

Coupes bathymétriques suivant trois alignements dans la moitié sud du lac.



dée ou marécageuse constitue une rive basse, comme aux embouchures des affluents, le rivage est beaucoup moins net.

#### IV. CONDITIONS PHYSIQUES

##### Niveau du lac.

Le niveau du lac Tumba est extrêmement variable, non seulement au cours d'une même année mais encore d'une année à l'autre. On trouvera dans l'*Annuaire Hydrologique du Congo Belge* les observations limnimétriques faites à Bikoro à la Mission des Frères Lazaristes durant les dix dernières années. Quelques points sont à mettre en évidence à cause de leur importance zoologique.

Il existe deux crues annuelles séparées par deux décrues. C'est donc un régime comparable à celui du fleuve Congo équatorial et différent de celui du lac Léopold II, situé à 60 km. au sud, dont le régime unimodal est presque parfait (cependant celui-ci présente au cours de la crue de la saison des pluies un plateau très allongé avec des fluctuations assez importantes). On a coutume de considérer une crue principale (novembre-décembre) puis une décrue principale (janvier-mars) puis une petite crue (avril-juin) et enfin une petite décrue (juillet).

Cette périodicité n'est pas constante; suivant les années, il arrive que, les deux crues se produisant à leur date normale, les deux décrues sont inversées, le minimum absolu s'observant en juillet (1952) ou en août (1953). En 1955 également, la petite décrue eut lieu en mars-avril et la plus importante en juillet. Plus significatif encore que les variations de niveau absolu est le temps que mettent les eaux à atteindre leur niveau maximum (ou minimum) puis à revenir à la moyenne de l'année. Cela représente le temps d'immersion ou d'émersion des organismes fixés à une certaine hauteur au dessus du niveau moyen du lac, ainsi que la période durant laquelle des biotopes situés en dehors du lac peuvent communiquer avec celui-ci par voie d'eau. Voici quelques exemples, pris dans les mesures officielles de durée de crues et de décrues. Pour simplifier on appellera crue la période où le niveau dépasse le niveau annuel moyen et décrue celle où il est inférieur à ce niveau.

En 1954: petite crue: 16 jours; grande crue: 124 jours; grande décrue: 130 jours; petite décrue: 93 jours.

Lors de la grande décrue le niveau fut pendant 87 jours inférieur de 50 cm. au niveau moyen de 1954 et, lors de la petite décrue, pendant 44 jours. Il fut inférieur de 1 m. au niveau moyen pendant 34 jours. Cette cote ne fut atteinte qu'en février-mars (grande décrue). Le niveau fut supérieur de 50 cm. au niveau moyen durant 93 jours

pendant la grande crue seulement et supérieur de 1 m. pendant 72 jours.

Un grand nombre d'observations topographiques et limnimétriques seraient fort importantes pour la compréhension de plusieurs phénomènes biologiques périodiques.

L'amplitude totale annuelle de ces variations de niveau dépend des années; elle fut en 1953 de 2,93 m., en 1954 de 3,16 m. et en 1955 de 3,15 m. Celle du Lac Léopold II était, les mêmes années, de 30 à 60 cm. moins importante.

Il est vraiment impossible de trouver un „niveau moyen” du lac Tumba qui soit comparable d'une année à l'autre. Ainsi, en 1953, le niveau moyen fut si bas que la décrue de mars 1955 ne l'atteignit même pas tandis qu'en juin 1954 la crue n'atteignit qu'un niveau situé à quelque 70 cm. sous la moyenne de 1955.

La double crue annuelle du lac Tumba montre une grande analogie avec la régime bimodal du Congo équatorial. Il ne s'agit pas là d'une simple ressemblance. En fait les phénomènes cycliques du Congo apparaissent très peu avant les phénomènes correspondants du lac. C'est la montée des eaux du fleuve Congo qui forme un barrage, ralentissant puis arrêtant l'écoulement des eaux du lac. Il ne semble pas qu'à aucun moment l'eau du fleuve puisse refluer dans le chenal d'Irebu et dans le lac Tumba.

Des mesures complémentaires devraient être effectuées dans le chenal d'écoulement du lac au moment des maxima de crues.

### **Climat du lac.**

Vu sa faible étendue il est improbable que le lac ait un climat général distinct de celui des rives. Cependant sa forme largement ouverte et ses rives basses ainsi que l'absence de réelles collines dans le voisinage contribuent à en faire un lieu où soufflent des vents violents qui ne sont freinés par aucun obstacle. Le lac Tumba est d'une traversée peu sûre, particulièrement dans sa partie septentrionale plus largement ouverte. Les tempêtes y sont fréquentes, extrêmement soudaines et parfois très violentes. Les vagues, peu élevées mais très rapprochées, constituent un danger pour la navigation des frêles embarcations indigènes et ont une action mécanique intense sur les rives. Pratiquement tous les jours, même par beau temps, s'installent soit l'avant-midi, soit l'après-midi, une houle et un clapotis provoqués par les vents du sud ou de l'ouest qui entretiennent près des rives battues une agitation intense et une grande turbidité des eaux: c'est le „bongi”.

### **Température des eaux.**

La température de l'eau fut mesurée par M. J. DUBOIS au moyen

du thermomètre à résistance construit par METRIX (Annecy) suivant les principes exposés par MORTIMER & MOORE (17). Les estimations de température ont une précision d'un vingtième de degré centigrade. La sonde à thermistor était réétalonnée au moins une fois par mois.

L'agitation des eaux et la faible profondeur du lac expliquent que les eaux sont pratiquement homothermes, de la surface au fond. A part la pellicule superficielle, de couleur brun foncé, capable de s'échauffer fortement au soleil direct, l'eau a une température quasi uniforme à travers toute son épaisseur. Il n'y a donc ni thermocline ni stratification. Il n'est pas impossible qu'une telle stratification puisse s'installer dans une zone profonde au cours d'une période de quelques jours où le lac ne subirait aucune agitation, mais un tel phénomène ne peut être que transitoire. Lors de nos visites d'octobre 1955 et de juin 1956 la température du lac varia de 32,95° à 27,70° C.

### **Coloration.**

Les eaux du lac Tumba sont du type des „eaux noires équatoriales”. Ces eaux, qui se rencontrent également en Amazonie (Rio Negro), sont caractérisées à la fois par leurs propriétés physiques et chimiques. Comme leur nom l'indique, vues d'en haut, les eaux de ce type sont extrêmement foncées. Il s'agit là d'une coloration et non d'un trouble dû à des corps en suspension. Filtrées, ces eaux gardent leur teinte. En lumière transmise, sous faible épaisseur, elles sont d'un jaune brunâtre. Ces eaux sont caractéristiques au Congo des régions couvertes de forêts mais elles ne s'y rencontrent pas partout.

De nombreux ruisseaux même de peu d'importance sont formés d'une telle eau noire coulant généralement sur du sable blanc ou du kaolin.

### **Transparence.**

Bien que généralement dépourvues de turbidité, ces eaux sont suffisamment colorées pour que la lumière y pénètre peu profondément. Les mesures faites au disque de Secchi, en saison des pluies, indiquaient une transparence de 1 m. au large et de 0,75 m près des rives, avec peu de variations. La diminution de la transparence vers les bords est due à une vraie turbidité provoquée par la houle.

## **V. CONDITIONS CHIMIQUES**

### **Acidité.**

Une autre caractéristique de ces eaux est leur acidité très élevée, le pH étant compris entre 4,5 et 5,0.

Cette acidité élevée est produite par des substances thermostables

car une ébullition prolongée n'y change rien. Ce n'est donc pas uniquement le  $\text{CO}_2$  provenant de la décomposition de substances végétales ou de la respiration des êtres vivants qui en est la cause. Toute la région où se trouve le lac Tumba est d'ailleurs une région acide car les eaux des mares situées dans les clairières „esobe” sont également d'un pH fort bas (4,3 à 4,7 en association tourbeuse). Dans les clairières appelées esobe secs où les sources ne sont pas en contact avec une couche de tourbe, BOUILLENNE, MOUREAU & DEUSE ont mesuré un pH de 4,9 à 5,1.

### Composition chimique.

Les eaux du lac Tumba comme celles des clairières environnantes sont très faiblement tamponnées, leur pH varie même pendant la mesure au moyen d'indicateurs colorés. La teneur totale en sels dissous est extrêmement basse. Par contre, les substances organiques sont abondantes; ce sont des eaux très réductrices. Il est à présumer que ces substances organiques se confondent partiellement avec les substances brunes qui causent la coloration caractéristique de ces eaux et probablement aussi leur réaction acide. La composition de ces matières dites humiques n'est guère connue, malgré de très nombreux travaux. Il est possible que cette composition soit différente suivant les eaux étudiées.

Les eaux du lac Tumba, bien que dépourvues presque complètement de sels minéraux d'azote ( $\text{NO}_3$ —,  $\text{NO}_2$ —), contiennent cependant de l'azote organique; sans doute celui-ci est-il contenu dans ces substances humiques. Deux analyses au Kjehldahl par J. DUBOIS ont donné pour les eaux de surface recueillies le 9 et le 12 juin 1956 respectivement 0,796 mg. et 0,686 mg. d'azote au litre.

### Oxygène dissous.

Fortement agitées par la houle et remuées par les vagues jusqu'au fond, les eaux contiennent de l'oxygène dissous dans toute leur épaisseur. Il n'existe aucune stratification permanente dans laquelle une couche profonde serait plus ou moins dépourvue d'oxygène. Les sédiments du lac ne sont à aucun endroit assez épais pour consommer une grande partie de l'oxygène dissous dans l'eau sus-jacente.

Mais les mesures ont montré qu'à aucun endroit en plein lac la saturation n'était atteinte. Dans le fond des baies, peut être y a-t-il des endroits où le phytoplancton peut se montrer assez abondant pour relever la teneur de l'eau en oxygène et la saturer mais, comme celle-ci est fortement colorée en brun, le phytoplancton n'est en général guère abondant. Nous attribuons cette pauvreté relative en oxygène dissous aux matières humiques signalées plus haut, qui sont très réductrices. L'agitation à l'air d'un échantillon d'eau pen-



dant plusieurs minutes augmente sa teneur en oxygène au dessus de celle des eaux de surface mais sans atteindre cependant la valeur théorique de saturation.

Les résultats détaillés de ces analyses chimiques seront publiés ultérieurement.

Par leur couleur, leur acidité et leur pauvreté en sels, ces eaux se rapprochent des eaux humiques des tourbières connues dans les régions tempérées (eaux polyhumiques). Leur élaboration cependant n'a pas lieu dans des couches de mousses (*Sphagnum* p. ex.) comme les eaux des tourbières mais en bonne partie dans la litière des forêts, au départ d'eau déjà peu minéralisée de la nappe phréatique.

## VI. LA FAUNE

Les conditions fort particulières qu'offre le lac Tumba au monde animal ne semblent pas lui permettre d'abriter une faune abondante et variée.

Lorsqu'un biotope s'écarte fortement de la moyenne par l'une ou l'autre de ses caractéristiques, il est généralement peuplé d'une faune monotone mais abondante.

Les particularités du lac Tumba affectent très souvent d'une manière ou d'une autre les conditions trophiques de la plupart des animaux; la conséquence en est la raréfaction à la fois qualitative et quantitative de nombreux groupes.

Par exemple, la couleur de l'eau affecte la pénétration de la lumière donc l'abondance du phytoplancton. Celle-ci peut conditionner celle du zooplancton des eaux du large et celle des dépôts autochtones du lac donc la rareté de la faune benthique fouisseuse.

Cependant certains biotopes sont richement pourvus de nourriture et, par conséquent, malgré des conditions apparemment adverses, sont abondamment peuplés.

### Plancton.

Le phytoplancton est fort peu abondant. Son étude systématique n'est pas achevée.

Le zooplancton de l'eau libre est également rare. Nous n'y avons pas trouvé de larves de *Chaoborus*.

Signalons ici cependant un organisme très particulier qui fut décrit par H. KUFFERATH (12) *Gonzeella colonialis* KUFF. Ce Cilié colonial est extrêmement fréquent dans les pêches de plancton de surface, même durant la journée et apparait à l'oeil comme une petite sphère (1.300 à 2.000  $\mu$ ) gélatineuse, mobile presque transparente qui rappelle, à la couleur près, une colonie de *Volvox*.



## La faune benthique du large.

Comme il fut signalé plus haut, la faune est rare au large sur le fond du lac. Le kaolin, et le sable blanc qui le recouvre, sont pauvres en éléments nutritifs. Les débris organiques très divisés et très rapidement minéralisés grâce à l'oxygène dissous, n'offrent qu'une médiocre subsistance aux animaux.

Aussi n'y avons nous guère trouvé que des Ostracodes en très petit nombre et quelques rares Chironomides.

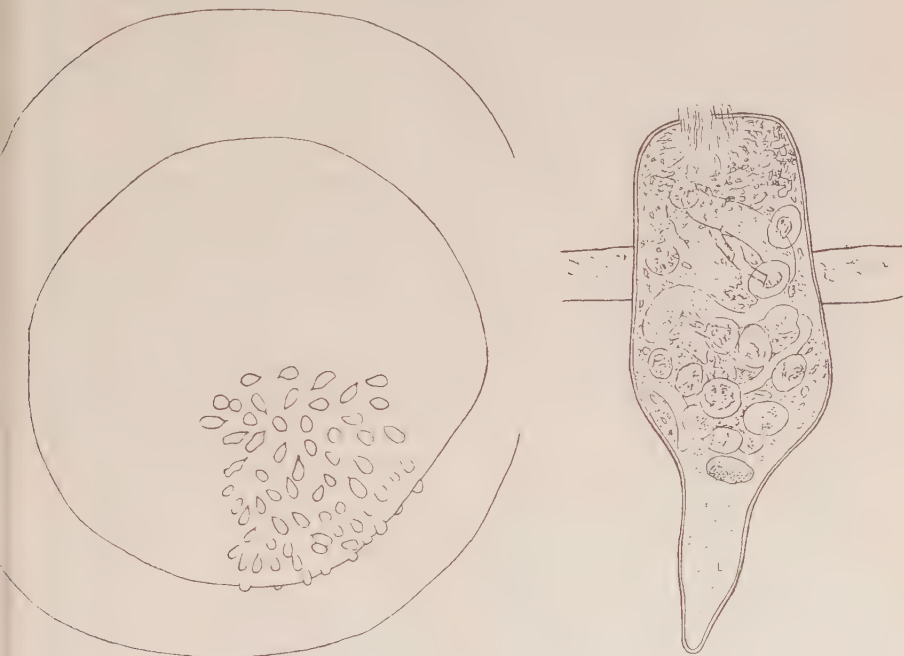


Fig. 4.

A. *Gonzeella coloniaris* KUFF. Colonie entière.

B. *Gonzeella coloniaris* KUFF. individu isolé. (d'après H. KUFFERATH).

## La faune littorale.

Le lac Tumba étant entouré d'épaisses forêts et de marécages il faut s'attendre à trouver auprès de ses rives une abondance de nourriture contrastant fortement avec les eaux du large. Comme sa forme est très découpée cette zone littorale est d'une très grande importance dans son économie. C'est ce qui explique que malgré des conditions vraiment très défavorables, ce lac offre une faune abondante et variée sur ses bords.

Cependant il faut ajouter ici que certains groupes manquent, semble-t-il, entièrement.

La méduse *Limnocyda tanganicae*, si abondante dans beaucoup d'eaux africaines est apparemment absente du lac Tumba.

Il en est de même des Mollusques dont nous n'avons jamais trouvé ni exemplaire vivant ni coquille vide. Il est cependant probable que l'une ou l'autre espèce, notamment de bivalves, commune dans le fleuve Congo aux environs de Coquilhatville, y existe mais alors elle y est singulièrement localisée et rare.

Les autres groupes animaux sont présents au lac Tumba; leurs espèces ne sont pas très nombreuses mais, dans les stations favorables, les individus sont parfois innombrables. De tels endroits sont représentés notamment par les prairies flottantes. Ce sont de grands matelas d'herbes (particulièrement *Echinochloa pyramidalis* (LAM.) et *Panicum parvifolium* (LAM.) dont les tiges entrelacées, déracinées aux hautes eaux par les vagues, s'étendent à la surface de l'eau parfois sur une centaine de mètres de largeur, le bord restant fixé à la rive et au fond.

L'ensemble constitue pour les animaux lacustres un biotope de refuge très efficace. Les vagues et toute l'agitation du lac y sont brisées, la sédimentation des matières suspendues dans l'eau s'y produit sous la protection du matelas végétal et enfin celui-ci même offre aux animaux végétariens une nourriture inépuisable. De même les objets flottants pouvant constituer de la nourriture sont arrêtés dans cette végétation et colonisés par la faune. C'est dire que celle-ci sera extrêmement abondante et intéressante dans et sous la prairie flottante.

## SPONGIAIRES.

Une espèce d'Eponge est commune au lac Tumba mais est largement répandue également dans le bassin du Congo: c'est *Metania lissostrongyla* BURTON. Ses colonies sont assez épaisses et encroûtantes revêtant les pierres de la rive et surtout les branches et troncs d'arbres pendant dans l'eau. Durant des périodes variables de l'année elles sont exondées et se dessèchent alors en une masse pierreuse très dure. Lorsqu'elles sont immergées, ces colonies servent parfois de refuge à des Hydracariens, particulièrement dans la zone battue des vagues où elles abritent ainsi ces fragiles Arachnides. Au point de vue de leur localisation, les *Metania* semblent beaucoup plus abondantes dans les eaux perpétuellement agitées que dans le fond des baies.

## CRUSTACÉS

Comme il a été signalé plus haut le zooplancton est rare dans les eaux du large. Il y a donc fort peu d'Entomostracés appartenant

aux vrais genres planctoniques. Par contre, dans les prairies flottantes, à l'abri des rameaux et des racines des graminées, pullule littéralement toute une petite faune crustacéenne.

Le Cladocère *Euryalona orientalis* DADAY représente la grande masse de cette faune; de taille déjà considérable cet Entomostracé rappelle quelque peu un *Holopedium*. C'est dans la prairie flottante des berges du Tumba un chaînon important entre la matière végétale et le monde animal.

Les Copépodes: *Paracyclops affinis* SARS.

*Microcyclus varicans* SARS.

*Ectocyclus rubescens* BRADY.

*Macrocyclus albidus* JURINE.

*Eucyclus fragilis* KIEFER.

*Cryptocyclus hinjanticus* KIEFER.

furent trouvés dans le même biotope. *Macrocyclus albidus*, espèce très largement répandue, est essentiellement littoral dans d'autres parties du monde (lacs danois p. ex.) (1).

Les Malacostracés du lac Tumba ne sont pas comme ceux du lac Tanganika des éléments du plancton. Tous appartiennent à la sous-classe des Macroures nageurs. Ce sont des animaux littoraux, recherchant surtout les stations abritées et pénétrant très avant sous la forêt le long des rives marécageuses ou inondées. Dans les prairies flottantes ils ne sont pas très communs.

L'espèce trouvée régulièrement mais en petit nombre est *Caridina togoensis* HILG. var *kwamouthensis* DE MAN. Sa rareté relative est peut être due à la méthode de prélèvement qui laisse aisément échapper les animaux les plus agiles.

Le long des berges parmi les branches des arbres tombés se rencontre un grand Palémonide: *Palaemon (Eupalaemon) lenzii* DE MAN qui, s'il n'est pas fréquent dans le lac, fait cependant l'objet d'une petite pêcherie indigène. Cet animal est de taille suffisamment grande, 10 à 15 cm. pour constituer une source d'alimentation très intéressante pour l'homme. Son régime est probablement mixte, végétarien et carnivore, un exemplaire ayant été pêché à la ligne amorcée d'un ver près de la presqu'île de Bwalanga. L'espèce n'est véritablement assez commune que durant l'étiage (ou même la petite crue, fin juin 1956). Sa biologie est encore mal connue.

## HYDRACARIENS

Peu d'espèces d'Hydracariens ont été prises au lac Tumba.

Ce sont: *Unionicola borgerti* (DADAY)

*Arrenurus concavus* KOENIKE

*Hygrobates* sp.

Elles proviennent des prairies flottantes et non du plancton du large. Parmi les gemmules d'une colonie de *Metania* furent trouvés à plusieurs reprises des exemplaires d'un Hydracarien blanc qui étaient littéralement emprisonnés dans le réseau spiculaire. Ces récoltes furent faites sur une rive rocheuse et exposée aux vagues durant la crue.

## INSECTES

### Ephéméroptères

Les adultes des Ephémères capturés au bord du lac à la lumière ont été déterminés comme *Povilla adusta* NAVAS et

*Adenophlebiodes decorata* NAVAS.

Les nymphes des Ephémères sont abondantes dans les prairies flottantes. La plupart d'entre elles étant végétariennes, ce fait n'a rien qui puisse nous étonner. Elles appartiennent à trois types:



Fig. 5.  
*Povilla adusta*. Nymphe

1. rampantes: les nymphes de *Caenis* sp. très abondantes, vivent cachées dans la végétation même, les plus âgées sur le fond.
2. nageuses: des nymphes de *Baetis* sp. (ou d'un genre très voisin) vivent dans la végétation et se déplacent à la nage d'une brindille à

l'autre. Elles sont assez rares, ou bien assez agiles pour avoir échappé à la capture. Des nymphes du genre *Cloeon* ou *Centroptilum* sont au contraire communes dans la végétation flottante.

3. „fouisseuses”: *Povilla adusta* NAVAS (Polymitarcidae, Fig. 5) est l'organisme le plus abondant en poids de la prairie flottante. C'est aussi probablement l'Invertébré le plus important de tout le lac. A l'état jeune la larve vit dans les tiges creuses des graminées où elle pénètre à l'état de larvule ou encore entre les jeunes feuilles et les tiges de graminées. Elle s'y construit un tube d'une substance semblable à de la soie mais de texture papyracée, probablement sécrétée par les tubes de Malpighi. Les larves les plus âgées se rencontrent plus rarement dans la prairie flottante; elles sont par contre omniprésentes dans les branches mortes, les troncs, les planches et les ouvrages d'art en bois immergés. Elles s'attaquent même aux bateaux de bois quand on n'y veille pas suffisamment. On leur donne communément le nom de Termites d'eau ou celui de Tarets. Malgré leurs habitudes de foreuses il ne semble pas qu'elles puissent pénétrer dans le bois sans utiliser une crevasse préalable. Leur mécanisme de perforation doit exiger le maintien du corps dans une galerie. Le forage s'accomplit par l'action des puissantes mandibules, la progression étant assurée par les pattes antérieures extraordinairement développées. L'animal est toujours protégé du contact du bois par son revêtement „soyeux”. En fait, *Povilla adusta* est un mangeur non de bois mais de substances végétales suspendues dans l'eau, filtrées par les soies très serrées qui garnissent la bouche. Ces matières sont amenées au contact de la bouche par les ondulations de l'abdomen, amplifiées encore par les magnifiques branchies plumeuses qui élargissent ses flancs. L'importance de ces nymphes dans les eaux du lac Tumba est considérable. Par leur action fouisseuse, elles hâtent la décomposition et la „mise en circulation” biologique des troncs et branches mortes, donc du plus important des apports de la forêt au lac. Comme nous le verrons plus loin, ces Insectes sont très recherchés des poissons.

*Povilla adusta* (et probablement les autres Ephémères du lac) est extrêmement répandu en Afrique dans les eaux les plus diverses: depuis les rivières acides de la cuvette congolaise jusqu'aux lacs alcalins (Tanganika, Kivu, Nyassa et lacs d'Afrique orientale) on le rencontre dans toutes les stations où il est souvent redouté pour les ravages qu'il commet dans les ouvrages en bois mais où son rôle biologique dans la disparition des épaves ne doit pas être sous estimé. Il arrive aussi que cette Ephémère creuse ses galeries dans les colonies de Spongilles.

Lors des éclosions, dont la périodicité lunaire a été récemment mise en évidence par HARTLAND-ROWE (10), les *Povilla* forment des nuages



innombrables qui, la nuit, se dirigent vers les lampes qu'ils recouvrent de leurs cadavres et de leurs masses ovigères gélatineuses.

## Odonatoptères

Les Odonates adultes capturés dans le voisinage immédiat du lac en plein jour, ou la nuit près des lampes, ont été identifiés comme suit:

*Macromia reginae* LE ROI.

*Gomphidia bredoi* SCHK.

*Trithemis donaldsoni basitincta* RIS.

*Gynacantha villosa* GRUMBER.

*Ichtinogomphus regis* ALL.

Il est certain que cette liste est incomplète, mais les captures d'Odonates n'ont pas fait l'objet d'un effort systématique.

Au fond du lac vivent peu de larves d'Odonates mais la prairie flottante, à nouveau, offre une faune abondante. Parmi les rameaux entrelacés des graminées se déplacent lentement les nymphes d'au

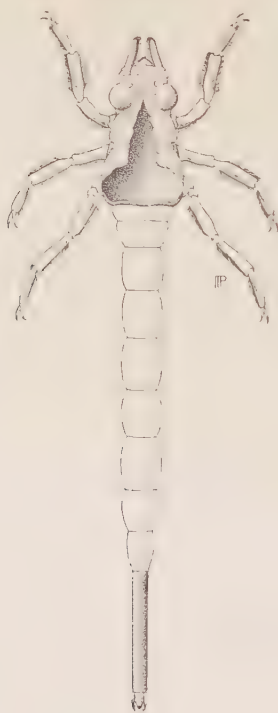


Fig. 6.

Nymphe d'Odonate à tube abdominal allongé (exuvie).

moins deux espèces de Libellulides et d'une espèce d'Agrionides. Sur une surface d'un mètre carré environ de prairie, un nombre total de 25 exemplaires de l'Anisoptère et de Il du Zygoptère furent recueillis, ce qui indique assez l'abondance de la nourriture qui leur est offerte.

Sur le fond à l'abri de la prairie ou parmi les racines de celle-ci furent capturés plusieurs individus d'une nymphe à abdomen prolongé en un long tube, assez semblable au genre américain *Negomphoides*. (Fig. 6)

## Trichoptères

Les Trichoptères du lac Tumba appartiennent comme les Ephémères à peu d'espèces mais chacune d'entre elles peut être représentée par un grand nombre d'individus. Parmi les adultes qui furent capturés aux lumières citons:

Leptoceridae: *Oecetis aequatorialis* MARLIER n.sp.

*Oecetis moureaui* MARLIER n.sp.

*Parasetodes tumbanus* MARLIER n.sp.

Dipseudopsinae: *Dipseudopsis* (*Dipseudopsis*) *capensis* WALKER.

*Dipseudopsis* (*Dipseudopsodes*) *angustipennis* NAVAS.

Ecnominae: *Ecnomus ulmeri* Mos.

Les espèces de *Dipseudopsis* ne proviennent pas des prairies flottantes où aucune larve ne fut recueillie. A notre avis celles-ci construisent leurs galeries sur les objets durs immergés tels que les blocs de limonite de la falaise rocheuse près de laquelle les adultes sont très communs ainsi que sur les gros troncs d'arbres dans les baies.

Les espèces d'*Ecnomus* sont dans le même cas mais plusieurs larves furent trouvées parmi les rameaux des graminées dans les prairies flottantes, mais en quantité qui ne paraît pas expliquer l'abondance des adultes à la lumière.

Par contre, *Parasetodes tumbanus* est un véritable habitant des prairies flottantes où ses larves pullulent littéralement. Comme leur régime est purement végétarien cette localisation est normale. Ces larves sont moins abondantes aux basses eaux ou pendant la petite crue, étant innombrables pendant la grande crue d'octobre.

Comme les petits Trichoptères, les Leptoceridae notamment, n'ont guère été recueillis dans la cuvette congolaise, il serait imprudent de les considérer comme endémiques au lac Tumba sur la simple constatation qu'on ne les a jamais rencontrés ailleurs. Les grosses espèces (*Dipseudopsinae*) mieux connues, sont au contraire largement répandues dans le bassin du Congo. Il est intéressant de remarquer en outre que leur dispersion ne se localise pas uniquement le long du fleuve Congo ou des grandes rivières mais qu'ils sont

signalés en outre de régions assez éloignées de ces masses d'eau importantes.

Une autre larve de Trichoptère se montre assez souvent dans la prairie flottante mais nous n'en avons recueilli aucun adulte. C'est *Polymorphanisus* sp. (Fig. 7.) qui, à l'état de très jeune larve mine les vieilles graminées puis, comme *Povilla adusta*, s'attaque au bois immergé et y forme une galerie; il se pourrait que cette larve ait des moeurs carnassières.



Fig. 7.  
*Polymorphanisus* sp. larve vivant dans les bois immergés.

Une espèce du genre, *Polymorphanisus bipunctatus* BRAU., est connue de toute la zone forestière du Congo et est même plutôt moins répandue dans le lac Tumba que dans les eaux courantes.

Enfin, pour terminer la liste des Trichoptères du lac Tumba (à l'exclusion des Hydroptilidae), signalons le genre *Pseudoleptocerus* dont les fourreaux larvaires vides furent trouvés sur des blocs de limonite sur la rive battue par les vagues à Bwalanga. Il n'a pas été possible de trouver d'individus vivants dont l'élevage eût permis l'identification spécifique. Ces *Pseudoleptocerus* mènent dans le lac Tangani-

ka, sur les pierres des rives, un genre de vie très passif, s'agglomérant par petits groupes dans des crevasses et se nourrissent sans doute de particules végétales apportées par les vagues. Au moins trois espèces de ce genre existent au Congo Belge dont deux dans la cuvette centrale.

## Hémiptères

Nous n'avons pas trouvé beaucoup d'espèces d'Hémiptères dans nos récoltes littorales au lac Tumba. Ici encore les prairies flottantes montrent une nette supériorité sur les autres biotopes. Une Ranatre de grande taille (*Ranatra grandocula* BERG.) se déplace çà et là le long des rives même loin des zones protégées par les graminées. Deux espèces de Notonectes (*Anisops* sp.) vivent dans la prairie flottante. Une autre espèce de Notonectide, *Plea pullula* STAL., s'y montre également assez commune, particulièrement aux hautes eaux. Sans doute est-elle même beaucoup plus commune qu'il n'y paraît dans nos récoltes car son agilité doit lui permettre d'échapper au troubleau.

Un Naucoridae (*Macrocoris* sp.) y vit également mais, plus rare, n'a pas été capturé durant la petite crue de juin. Une autre espèce de Naucoridae (*Cryphocricinae*?) a été capturé à deux reprises dans la prairie flottante.

## Coléoptères

Une zone calme, riche en végétation comme les baies abritées, par une prairie flottante est toujours riche en Coléoptères aquatiques. Tous les exemplaires récoltés par nous sont loin d'avoir été identifiés.

Parmi les Dytiscides, peu abondants au lac Tumba et de taille médiocre, citons *Copelatus burgeoni variabilis* GUIGNOT. On le rencontre dans les expressions de plantes de la prairie flottante. Il en est de même d'un Hydrophilide à corps extrêmement bombé, voisin de *Helochaeres*; c'est le plus commun des Coléoptères du lac Tumba, avec un autre Hydrophilide du genre *Coelostoma*. Enfin quelques larves de Dytiscides munies d'une corne nasale ont été recueillies.

La famille des Elmides est faiblement représentée dans nos récoltes. Deux exemplaires d'une espèce allongée furent trouvés dans des crevasses des blocs latéritiques mais aucun, ni en octobre ni en juin, dans les prairies flottantes.

Les larves de la famille des Helodides ne sont pas rares dans ce dernier biotope.

## Diptères

Il serait imprudent de donner beaucoup de précisions sur les Diptères du lac Tumba, leur nombre doit être comme partout extrêmement élevé. Mais les adultes ne furent pas recueillis et seules les larves se trouvant parmi les autres récoltes furent prélevées.

Dans les prairies flottantes nous pûmes recueillir 6 ou 7 espèces de Chironomides d'ailleurs peu abondantes. Une seule, différente des précédentes fut récoltée sur les pierres des rives rocheuses.

Enfin, dans les maigres sédiments du fond du lac, deux exemplaires d'un *Chironomus* furent récoltés, sur les 5 prélèvements à la benne preneuse d'Ekman, qui furent faits. Ces nombres indiquent bien la pauvreté des eaux du lac Tumba en ce groupe d'Insectes.

Cette rareté ne peut guère être attribuée simplement à la teneur en matières humiques de l'eau ni à une acidité trop élevée. En effet beaucoup de lacs polyhumiques des régions tempérées sont aussi acides et aussi riches en matières organiques. Ils hébergent cependant une faune importante de Chironomides. Ainsi, le Gribs, au Danemark, possède à l'un ou l'autre de ses niveaux une faune de Tanypides de 140 individus au m<sup>2</sup>, de 40 *Limnochironomus*, de 160 *Sergentia*. (1).

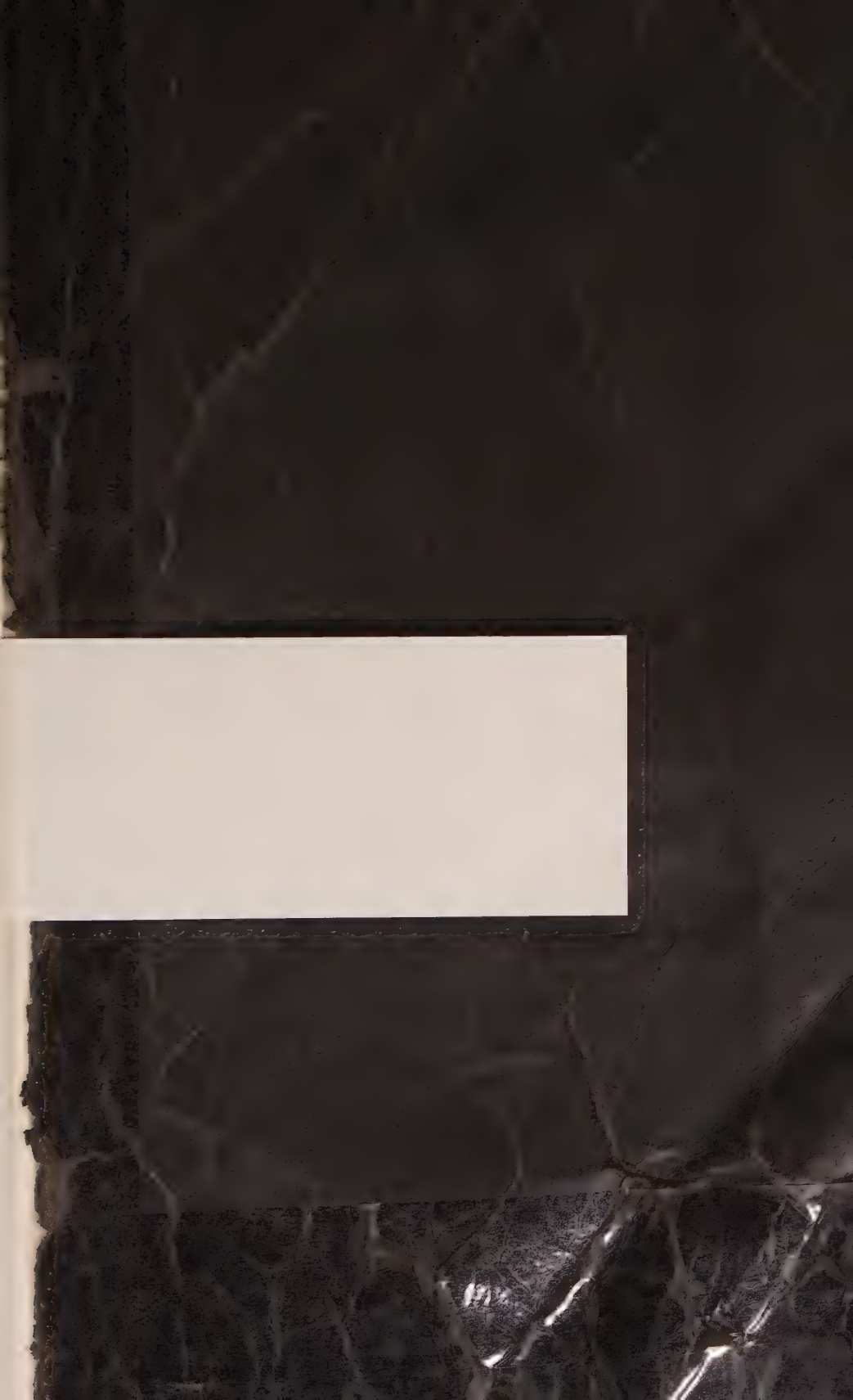
Nous devons plutôt attribuer cette carence du lac Tumba à l'absence d'un sédiment nutritif meuble (vase dy-ou-gyttja) qui ne soit pas continuellement remué par une eau contenant de l'oxygène dissous. Un point très important à signaler concernant la faune du Tumba, c'est l'absence complète de larve de *Chaoborus* dans nos récoltes, soit planctoniques soit benthiques. Quand on sait l'importance que revêt ce groupe dans le plancton des lacs humiques tempérés et de nombreux lacs tropicaux (lac Victoria et lac Kivu par ex.) cette absence a certainement une signification limnologique.

De tout ce qui précède, on peut conclure que la faune des Invertébrés du Tumba, si elle présente un intérêt indiscutable du point de vue zoologique, est cependant pauvre et localisée en des endroits exceptionnellement favorables, prairies flottantes, rives abritées. Cette constatation pourrait faire supposer hâtivement que les Poissons y sont rares également. Cette conclusion serait prématurée.

## POISSONS

Les poissons du lac Tumba sont nombreux et variés, ils ont fait l'objet, en 1942, d'un inventaire par M. POLL (18) qui y signalait le produit de collections faites par le DR H. SCHOUTEDEN, à Bikoro, et par Mr GONZE DE LONEUX, sur la rive occidentale du lac. Ces récol-





HYDROBIOLOGIA

Tome X

ERREUR

Page 372, ligne 27:

au lieu de KIVU lire EDOUARD

tes, déjà anciennes et qui présentaient un certain caractère occasionnel, ne pouvaient évidemment être complètes. Nous avons tenté de les agrandir par diverses méthodes lors de nos deux courts séjours au bord du lac.

La ligne et les filets dormants furent utilisés chaque jour avec des résultats divers mais toujours avec succès. Par contre, la senne traînante actionnée du bord de l'eau ne causa que des déboires dûs à l'abondance des branches et troncs d'arbres et des blocs de limonite qui empêchaient la manoeuvre et déchiraient bientôt l'engin.

Voici la liste complète des Poissons trouvés dans le lac jusqu'à présent:

Famille.	Espèce.	Nom indigène local.
Polypteridae.	⊕ <i>Polypterus delhezi</i> BOUL.	—
Protopteridae.	⊕ <i>Protopterus dolloï</i> BOUL.	—
Clupeidae.	<i>Microthrissa parva</i> REGAN.	Mempelu ?
	⊕ <i>Pellonula vorax</i> GUNTHER.	—
	<i>Odaxothrissa losera</i> BOUL.	—
	⊕ <i>Potamothrissa acutirostris</i> (BOUL.)	—
Notopteridae.	⊕ <i>Notopterus afer</i> GUNTHER.	—
	⊕ <i>Xenomystus nigri</i> GUNTHER.	Lokeka.
Mormyridae.	<i>Mormyrops deliciosus</i> (LEACH).	Nyanda-Lobehe.
	<i>Mormyrops nigricans</i> BOUL.	—
	<i>Mormyrops boulengeri</i> PELL.	—
	<i>Petrocephalus simus</i> SAUV.	—
	<i>Petrocephalus ballayi</i> SAUV.	—
	<i>Petrocephalus sauvagei</i> (BOUL.)	—
	<i>Petrocephalus christyi</i> BOUL.	—
	<i>Gnathonemus n. sp.</i>	—
	<i>Gnathonemus stanleyanus</i> (BOUL.)	—
	<i>Gnathonemus plagiostoma</i> BOUL.	—
	<i>Gnathonemus monteyri</i> (GUNTHER).	—
	<i>Gnathonemus greshoffi</i> (SCHILT).	—
	<i>Gnathonemus moorii</i> GUNTHER.	—
	<i>Gnathonemus elephas</i> BOUL.	—
	⊕ <i>Gnathonemus petersii</i> (GUNTHER).	—
Characinidae.	<i>Alestes grandisquamis</i> BOUL.	—
	<i>Alestes liebrechtsii</i> BOUL.	—
	<i>Alestes macrolepidotus</i> CUV. et VAL.	—
	<i>Alestes bimaculatus</i> BOUL.	—
	<i>Hydrocyon goliath</i> BOUL.	—
	<i>Hydrocyon lineatus</i> BLEEKER.	—
	⊕ <i>Hepsetus odoe</i> (BLCH.)	—
	⊕ <i>Petersius hilgerdorfi</i> BOUL.	—
	⊕ <i>Petersius xenurus</i> BOUL.	—
	⊕ <i>Phago boulengeri</i> SCHILT.	—

⊕ Un astérisque placé devant un nom indique que l'espèce a été signalée par M. POLL mais n'a pas été reprise par nous-même.

<i>Famille.</i>	<i>Espèce.</i>	<i>Nom indigène local.</i>
	⊕ <i>Neoborus ornatus</i> BOUL.	Nyanda-Lobehe.
	<i>Clupeopetersius schoutedeni</i> PELL.	—
	⊕ <i>Micralestes altus</i> BOUL.	—
	<i>Distichodus fasciolatus</i> BOUL.	—
	⊕ <i>Distichodus atroventralis</i> BOUL.	—
	<i>Xenocharax spilurus</i> GUNTHER.	—
	<i>Hemidistichodus vaillanti</i> PELL.	—
	<i>Citharinus macrolepis</i> BOUL.	Pongo.
	⊕ <i>Citharinus gibbosus</i> BOUL.	—
Bagridae	<i>Chrysichtys wagenaari</i> BOUL.	—
	⊕ <i>Chrysichtys ornatus</i> BOUL.	—
	<i>Auchenoglanis occidentalis</i> CUV. et VAL.	—
	<i>Auchenoglanis biscutatus</i> GEOF.	—
Schilbeidae.	<i>Schilbe marmoratus</i> BOUL.	—
	<i>Eutropius tumbanus</i> PELL.	—
Clariidae.	<i>Clarias buthupogon</i> SAUV.	—
	⊕ <i>Clarias congicus</i> POLL.	—
	⊕ <i>Clarias angolensis</i> STDN.	—
	<i>Clarias platycephalus</i> BOUL.	—
	⊕ <i>Channalabes apus</i> (GUNTHER).	—
Mochokidae.	⊕ <i>Synodontis greshoffi</i> SCHILT.	—
	⊕ <i>Synodontis ornatipinnis</i> BOUL.	—
Cichlidae.	<i>Tilapia n. sp.</i> (à décrire prochainement)	—
	<i>Tylochromis microdon</i> REGAN.	—
	<i>Hemichromis bimaculatus</i> GILL.	—
	<i>Hemichromis fasciatus</i> PTRS.	—
	<i>Pelmatochromis congicus</i> BOUL.	—
	⊕ <i>Nannochromis dimidiatus</i> (PELL.)	—
	<i>Lamprologus tumbanus</i> BOUL.	—
Cyprinodontidae	⊕ <i>Aphyosemion elegans</i> (BOUL.)	—
Anabantidae.	⊕ <i>Anabas nanus</i> GUNTHER.	—
	<i>Anabas nigropannosus</i> (REICH.)	—
Ophiocephalidae	<i>Ophiocephalus obscurus</i> GUNTHER.	—
	<i>Ophiocephalus insignis</i> SAUV. (espèce douteuse).	—

Parmi les espèces marquées d'un astérisque il se peut que quelques unes ne soient pas originaires du lac lui-même mais des rivières ou des marais environnants. En l'absence d'indications écologiques, nous les laisserons figurer provisoirement ici.

Ces poissons ne se rencontrent pas indifféremment n'importe où. En plein large, les filets dormants ne capturent guère que *Citharinus macrolepis* et *Chrysichtys*, parfois aussi un *Eutropius*. Le long des rives battues des vagues se rencontrent les *Alestes* dont les tout grands individus se font prendre au filet dormant mais la plupart à la senne ou à la ligne. Lorsque la rive est en pente douce et forme une plage, les *Alestes*, surtout *Alestes liebrechtsii*, sont les seuls poissons que l'on puisse capturer. Dans les recoins des rives rocheuses se

rencontrent surtout *Lamprologus tumbanus*, *Xenocharax spilurus* et les Silures *Chrysihtys*, *Clarias* et *Eutropius*.

Mais c'est aux abords des prairies flottantes, au débouché des affluents et là où par suite du vent l'eau se déplace parallèlement le long de la rive que se rencontrent pratiquement toutes les autres espèces. L'heure favorable pour la pêche qui est probablement celle où les poissons gagnent leur lieu d'alimentation, se situe entre 17 et 18 heures. C'est le moment où se font prendre à la ligne *Eutropius tumbanus*, *Schilbe marmoratus* et surtout *Xenomystus nigri*. La pêche indigène, productive surtout en saison sèche, permet de capturer par milliers le minuscule *Microthrissa parva* accompagné souvent de *Odaxothrissa*. Les bancs de *Microthrissa parva* contiennent souvent en mélange de nombreux exemplaires d'un petit Characinide *Clupeopetersius schoutedeni* (Fig. 8.) actuellement connu uniquement du lac Tumba. Enfin toute l'année, mais surtout aux eaux basses, se pratique la pêche au p o n g o (*Citharinus*). Cette pêche qui fut extrêmement productive et qui permettait aux indigènes un commerce actif vers Léopoldville semble décliner. Nous en reparlerons plus loin.



Fig. 8.  
*Clupeopetersius schoutedeni* POLL. (trois fois grandeur naturelle).

Tous les poissons capturés par nous au lac Tumba: *Alestes*, *Distichodus*, *Hydrocyon*, Mormyrides, *Citharinus*, Silures, présentent à des degrés divers des lacérations des nageoires, notamment de la dorsale et de la caudale. Nous avons remarqué que sur les exemplaires figurés par M. POLL, 1942, la même anomalie se présentait. L'explication de ce phénomène peut être, soit des accidents mécaniques survenus durant la fraie, soit des blessures provoquées par l'un ou l'autre petit carnivore, poisson, insecte ou sangsue, soit enfin une maladie bactérienne. Il serait d'un grand intérêt pratique de découvrir la cause de ces mutilations.

Des espèces de poissons prises par nous au hasard des pêches certaines atteignent une taille suffisante pour être intéressantes à pêcher. Cependant nous n'avons pu capturer d'exemplaire vraiment énorme d'aucune d'entre elles. Voici quelques exemples des récoltes faites:



Nom.	Poids (g.)	Long. st. (cm.)	Sexe.	Mois
<i>Mormyrops deliciosus</i>	2.080	67,0	Fem. immature	oct.
	1.610	62,5	—	oct.
	2.320	79,0	Mâle immature	oct.
	1.890	71,5	—	oct.
	2.410	77,0	Mâle presque mûr	nov.
	1.880	72,0	Fem. immature	juin.
	2.050	72,5	Mâle presque mûr	juin.
	765	46,0	Mâle presque mûr	oct.
<i>Gnathonemus elephas</i>	1.840	52,0	Fem. immature	juin.
<i>Hydrocyon goliath</i>	1.425	47,5	Fem. immature	juin.
	1.180	43,0	—	juin.
	1.135	49,0	immature	oct.
	1.390	46,5	—	oct.
<i>Distichodus</i>	1.500	—	—	oct.
	1.315	36,0	—	oct.
	2.400	45,0	Mâle immature	nov.
	1.720	40,5	Mâle immature	nov.
<i>Citharinus macrolepis</i>	2.790	42,0	Mâle immature	oct.
<i>Auchenoglanis</i>	2.045	50,0	Fem. immature	juin.
<i>Eutropius tumbanus</i>	190	24,0	Fem. immature	juin.

De ce tableau il résulte que nous n'avons capturé ni en octobre ni en juin de poissons réellement en fraie mais, comme deux des *Mormyrops* étaient en voie de maturité, nous pouvons faire deux hypothèses. La première est que l'époque de la maturité était arrivée en octobre-novembre mais que les poissons sur le point de se reproduire quittent le lac proprement dit pour choisir des frayères situées soit dans le fleuve Congo soit dans la forêt inondée ou sur les bords des esobe marécageux. La seconde est que ni en juin ni en octobre il n'existe des poissons en état de maturité sexuelle et que la fraie a lieu soit aux eaux tout à fait basses soit au plus haut de la grande crue à laquelle nous n'avons pas assisté.

Ce que nous savons de la biologie des poissons africains de la zone équatoriale nous permet de tenir la seconde hypothèse pour peu probable: en effet s'il y a bien des poussées saisonnières de reproduction (notamment au moment des crues), en revanche on rencontre généralement des poissons mûrs pendant une bonne partie de l'année.

La première hypothèse nous paraît plus admissible: migration de poissons mûrs vers des endroits adéquats à la ponte. Mais une migration vers l'aval serait étonnante et unique, les zones de fraie étant moins favorables et le gradient de salinité étant inversé par rapport à celui que traversent la plupart des poissons d'eau douce. Il nous apparaît donc comme plus vraisemblable que les poissons mûrs se dirigent aux hautes eaux vers la forêt inondée, les mares et les rivières affluentes, y trouvant à la fois des zones de fraie favorables et une

alimentation abondante pour leurs alevins. Une telle migration vers des zones d'inondation est normale dans plusieurs fleuves africains, tels que le Niger, la Gambie, etc.

### Régime alimentaire

La plupart des poissons cités ci-dessus pourraient être pris aux lignes avec des appâts animaux; c'est donc qu'il entre pour le plus grand nombre, une certaine quantité de nourriture animale dans leur régime.

Cependant l'examen de contenus stomacaux a montré que certaines espèces ont une alimentation préférentielle assez spécialisée.

*Microthrissa parva*: ce poisson est essentiellement un planctonophage dont le tube digestif est souvent rempli de Cladocères.

*Odaxothrissa*: les deux individus recueillis (pêche indigène) contenaient des débris de petits Clupéides.

*Gnathonemus*: les deux exemplaires que nous avons capturés avaient l'estomac littéralement bourré de têtes et de débris de nymphes de *Povilla adusta*, mêlés à quelques larves de Chironomides.

*Mormyrops deliciosus* est un carnassier à petite bouche dont tous les exemplaires, sauf trois qui avaient l'estomac vide, contenaient plusieurs jeunes Clupéides. L'un d'eux contenait en outre les débris d'un poisson de plus grande taille.

*Hydrocyon*, de toute notoriété est un grand carnivore pouvant avaler des proies considérables mais tous les exemplaires capturés avaient le tube digestif vide.

*Clupeopetersius* est un planctonophage comme *Microthrissa*. Il semble cependant avoir une préférence pour les Copépodes, sans négliger complètement les Cladocères et même les débris végétaux flottants.

Tous les *Distichodus* qui furent disséqués avaient l'estomac bourré de fruits de *Irvingia smithi*, arbre qui pousse sur les berges agitées, ses racines plongeant dans l'eau. Nous ne savons pas évidemment ce que mangent les *Distichodus* en dehors de la saison où ces fruits sont accessibles. *Citharinus*: l'exemplaire que nous avons capturé avait le tube digestif rempli de cette „vase” fine et granuleuse qui recouvre le fond du lac. Aucun débris animal ne fut retrouvé.

*Eutropius tumbanus*: l'estomac du gros exemplaire de 190 g. était rempli d'un bouillie verdâtre d'origine végétale qui semblait contenir des débris de graines.

Malgré la rareté de ces observations, on voit qu'il s'en dégage certaines conclusions. Les espèces dépendant vraiment de ressources lacustres pour leur alimentation ne sont pas nombreuses: *Citharinus*,

pélophage, en est un type et les Clupéides un autre. Par contre, les petits carnivores se nourrissant notamment d'insectes riverains, sont nombreux: les végétariens vivant d'une nourriture allochtone également. Les carnivores de grande taille sont très nombreux: grands Silures, Mormyres et Tiger-fish.

### Classification des Poissons du lac Tumba suivant leur régime alimentaire.

Planctonophages.	Petits carnivores.	Grands carnivores.
<i>Microthrissa</i>	a) Insectivores	<i>Alestes</i>
<i>Clupeopetersins</i>		<i>Clarias</i>
<i>Tilapia</i>	Petits Characinides	<i>Chrysichtys</i>
	<i>Lamprologus</i>	<i>Mormyrops</i>
Végétariens.	<i>Xenomystus</i>	<i>Hydrocyon</i>
	<i>Gnathonemus</i>	
<i>Distichodus</i>	<i>Auchenoglanis</i>	
<i>Xenocharax?</i>	<i>Tylochromis</i>	
	b) Insectivores et	
Pélophages.	Ichthyophages	
<i>Citharinus</i>	<i>Hemichromis</i>	
	<i>Clarias</i>	
	<i>Alestes</i>	

Envisagée sous l'angle de la biogéographie, la faune ichthyologique du lac Tumba présente certaines particularités dignes d'être mentionnées. Tout d'abord l'absence totale de la famille des Cyprinidae. Aucun poisson de cette famille n'a encore été signalé du lac alors que les Cyprins: *Barbus*, *Varicorhinus*, *Labeo*, etc. sont bien connus du fleuve Congo et de nombreux affluents de celui-ci.

Faut-il mettre cette absence en relation avec l'une des caractéristiques du lac (richesse en humus, acidité) ou s'agit-il d'une absence fortuite provoquée par des causes historiques ou biocénotiques (concurrence avec des espèces d'autres familles déjà installées dans le lac)? Cette absence est-elle générale dans les petits affluents forestiers noirs et acides de la cuvette congolaise?

L'absence des Centropomidae du genre *Lates* (Perches du Nil) n'est pas aisément explicable non plus. Le *Lates niloticus* existe bel et bien dans le fleuve Congo non loin du lac Tumba mais n'entrerait jamais dans les eaux de celui-ci. Peut-être s'agit-il d'une déficience dans la quantité d'oxygène dissous.

L'examen de la liste des poissons du lac proprement dit, suggère que c'est surtout une faune fluviatile et non lacustre; elle ne contient aucune espèce véritablement endémique, sauf: *Clupeopetersius schoutedeni*, *Eutropius tumbanus* et *Tylochromis microdon* mais les deux dernières sont de simples variations fort minimes d'espèces bien connues dans les eaux environnantes.

L'absence d'endémisme dans les rares Cichlides présents, famille si susceptible de mutations, si l'on pense aux faunes des lacs orientaux de l'Afrique, semble indiquer que le lac Tumba est un lac relativement jeune et non le résidu de la lente évaporation d'une cuvette très ancienne.

M. POLL, en 1942, a donné un tableau de la dispersion géographique des Poissons de Tumba; ce tableau montre clairement, malgré quelques ajoutes faites ici même que cette faune appartient à la faune mégapotamique équatoriale et est, en somme, identique à celle de tous les cours d'eau de la cuvette congolaise. Elle est cependant déficiente au point de vue des Cyprins et des Centropomidae.

## VII. LA ZONE D'INONDATION

Le lac Tumba a, à côté des rives bien délimitées par des banquettes de pseudolatérite, des littoraux flous et indécis, notamment vers le fond des baies où la séparation entre lac propre et forêt marécageuse n'est plus très certaine.

Aux périodes de crues, cette séparation s'efface tout à fait, les rivières débordant largement de leur lit et la limite des eaux du lac gagnant les profondeurs de la forêt. Certaines lagunes situées dans celle-ci à la saison sèche se trouvent tout à coup en communication directe avec le large et les conditions physiques et chimiques offertes à la faune se modifient du tout au tout.

Dans ces mares de saison sèche s'établit une faune souvent différente de celle du lac; elle est soumise notamment à une baisse considérable de l'oxygène dissous. Dans de telles conditions ne peuvent vivre que des espèces particulièrement insensibles à l'anaérobiose. Parmi les poissons nous trouvons 1° des espèces minuscules vivant dans la couche superficielle et 2° des espèces munies d'organes accessoires servant à la respiration aérienne.

Poissons des mares de la forêt non en communication continue avec le lac.

Phractolaemidae	<i>Phractolaemus ansorgii</i> BOUL.
Pantodontidae	<i>Pantodon bucholzi</i> PETERS.
Clariidae	<i>Clarias angolensis</i> STDN.? <i>Channalabes apus</i> GUNTHER.
Cyprinodontidae	<i>Hypsopanchax stictopleuron</i> (FOWLER). <i>Aphiosemion schoutedeni</i> (BOUL).
Eleotridae	<i>Kribia</i> sp.
Ophiocephalidae	<i>Ophiocephalus obscurus</i> GUNTHER.
Anabantidae	<i>Anabas nigropannosus</i> (REICH). <i>Anabas fasciolatus</i> BOULANGER.



Cette liste doit être incomplète car l'absence des Polyptères et des Protoptères de milieux à première vue aussi adéquats est suspecte. Parmi les espèces citées, certaines vivent enfouies dans la vase telles *Phractolaemus* et *Channalabes*.

D'autres mares, situées en terrain découvert, dans les esobe tourbeux, sont peuplées, en majeure partie, de Cyprinodontidae; ces poissons y sont exposés à des conditions peu favorables. La température d'une mare de 40 à 60 cm. de profondeur, largement étalée en plein soleil équatorial peut s'élever à 37—38° C. Le pH de ces eaux varie de 4,3 à 4,7. L'eau y est beaucoup plus claire que sous la forêt. Les seules sources de nourriture possibles semblent être les insectes, notamment les larves de Culicides. Les poissons capturés dans ces conditions sont:

*Epiplatys duboisi* POLL.

*Hypsopanchax stictopleuron* (FOWLER).

ainsi qu'une troisième espèce encore non identifiée.

Par contre les Insectes sont largement représentés, notamment ceux dont la respiration se fait à la surface de l'eau et qui peuvent éventuellement s'échapper d'une mare dont les conditions seraient devenues insupportables.

*Dytiscides Derovatellus duplex* GUIGNOT

*Hyphydrus quadriguttatus* GUIGNOT

*Hydrovatus cryptus* GUIGNOT

*Hydrovatus oblongipennis* REG.

*Hydrocoptus* sp.

*Synchortus leleupi* GUIGNOT

*Canthydrus sepulchralis* GUIGNOT

*Laccophilus torquatus* GUIGNOT

*Copelatus burgeoni varibilis* GUIGNOT

Un troisième milieu aquatique important de la région du lac Tumba est l'ensemble des rivières affluentes. A leur embouchure les rivières se confondent avec la forêt inondée tandis qu'à leur source ce sont de petits ruisseaux d'eau noire coulant sous l'épais couvert de la forêt nourris par des ruisselets provenant de sources situées notamment dans les esobe. C'est dire que leurs conditions biologiques varient plus ou moins régulièrement suivant le niveau où on les examine, entre celles des clairières et celles du lac. Leur faune n'a guère été étudiée.

Citons cependant parmi les poissons capturés:

*Gnathonemus stanleyanus* (BOUL.)

*Xenomystus nigri* GÜNTHER

*Clarias buthupogon* SAUVAGE

*Hemichromis bimaculatus* GILL.



*Hemichromis fasciatus* PETERS  
*Anabas nigropannosus* (REICH.)  
*Anabas nanus* GÜNTHER

Parmi les autres animaux signalons le Palaemonide, *Palaemon lenzii* DE MAN très commun en saison de basses eaux, l'Athyide *Caridina togoensis kwamouthensis* et le Coléoptère Gyrinide *Orectogyrus leleupi* GUIGNOT.

Dans la forêt inondée en communication avec les rivières et le lac, la faune participe de ces deux milieux mais, en outre, c'est l'habitat tout indiqué des alevins de certaines espèces de poissons. Il en est ainsi pour les *Alestes*, les *Tilapia*, les *Pelmatochromis* dont nous avons recueilli des exemplaires juvéniles dans ces conditions. Il est, d'autre part, vraisemblable que toutes les espèces lacustres élisent pour frayer des parties de la forêt, inondées aux hautes eaux (voir p. 31). L'étendue de cette forêt inondée n'est pas à dédaigner; en effet à plusieurs endroits de la côte du lac les embouchures de deux affluents limitrophes confluent latéralement et dans la partie nord du Tumba, les zones de forêt inondée égalent certainement en étendue la superficie du lac lui-même. Ces régions inondées sont couvertes d'une forêt caractéristique à *O u b a n g i a l a u r e n t i i* DE WILD. ou à Copaliers si le fond peut s'exonder deux fois par an (2). On voit donc tout l'intérêt que présente pour les poissons la forêt inondée, à la fois au point de vue de l'alimentation et de la reproduction.

## VIII. ASPECT ÉCONOMIQUE

La pêche indigène au lac Tumba est fort active. Elle se pratique par des méthodes encore primitives. Aucune pêcherie européenne n'existe sur les rives. Le produit de la pêche du lac Tumba ne sert malheureusement pas uniquement à l'alimentation des populations riveraines mais il est exporté en grande partie sous la forme de poisson fumé vers les centres importants où il atteint un prix élevé. Les espèces particulièrement pourchassées sont: *Citharinus sp.*, *Mormyrops sp.*, *Chrysichtys waganaari*, *Eutropius sp.*, *Clarias sp.*, *Xenomystus nigri*, ainsi que des poissons de la forêt marécageuse, *Channabes apus*, *Clarias sp.*, *Anabas sp.*, *Ophiocephalus obscurus*.

D'autres espèces se rencontrent parfois sur les marchés, notamment les *Hydrocyon*. En fait, on s'aperçoit que par suite de ses techniques de pêche, l'indigène contrôle peu le nombre des grands carnivores, notamment les *Hydrocyon* ce qui, à la longue, amène une rupture d'équilibre en faveur de ceux-ci et un appauvrissement de la faune totale du lac. Cela se remarque déjà par la pêche aux filets dormants où le nombre de grands carnivores *Hydrocyon*, *Mormyrops* et *Chrysichthys* dépasse nettement celui des herbivores

*Citharinus*, et *Distichodus*. Cette situation est anormale. Une amélioration des méthodes de pêche, notamment l'introduction des filets dormants à grandes mailles permettrait sans doute de remédier à ce danger. Enfin, une technique qui pourrait constituer une source importante de revenus pour la population riveraine serait la pêche et peut être la culture des grands *Palaemon lenzii* qui pullulent dans les marais limitrophes.

## IX. L'ORIGINE DU LAC TUMBA

Il est évidemment difficile, à l'issue de deux séjours d'un mois au bord du lac Tumba, de statuer sur l'origine de celui-ci. Néanmoins il est possible d'avancer déjà une opinion.

Il apparait à la suite des diverses observations faites, comme on l'a déjà suggéré, qu'on doit attribuer au lac Tumba une origine récente.

L'autre hypothèse possible est que le lac Tumba, le lac Léopold II et les immenses régions marécageuses du Congo central seraient les résidus d'une ancienne cuvette lacustre qui, à la suite de l'écoulement du Congo en aval du Stanley-Pool se serait asséchée, ne laissant que çà et là des lambeaux en voie de disparition.

Cela supposerait que l'espace actuellement occupé par le lac Tumba, notamment, aurait été continuellement sous eau depuis de très longues périodes. Cette hypothèse est en contradiction avec les faits. Dans ce cas, en effet, la forêt se constituant comme l'ont montré BOUILLENNE, MOUREAU & DEUSE sur les bords même du lac, les clairières seraient des néoformations apparues sur l'emplacement d'une forêt sèche. Or, il est prouvé que, dans cette région au moins, les esobe sont en voie de colonisation par la forêt et non l'inverse et représentent un état plus ancien que celle-ci. La forêt apparait donc comme récente. C'est ce qui résulte aussi des études de R. LAURENT (13) et N. LELEUP (14) qui ont retrouvé dans les clairières en question des espèces animales caractéristiques des savanes périphériques du Congo qui ne peuvent être que des reliques d'une ancienne période sèche. Ceci rejoint les opinions qui se font jour de plus en plus concluant à l'existence, à une époque récente, d'une zone sèche étendue au sud de l'Equateur sur l'emplacement de la forêt actuelle (DE HEINZELIN (11)).

Alors d'où serait venu le lac Tumba? D'après nous il s'agit d'un affluent méridional du Congo qui se serait trouvé tout à coup barré par de puissants bancs d'alluvions sur la rive gauche du Congo amenées par le fleuve lui-même. L'embouchure de cet affluent aurait été rétrécie et reportée de plus en plus vers l'aval par le dépôt progressif

de ses sédiments. C'est aussi ce que confirment la direction et l'aspect du chenal d'Irebu.

Ce même phénomène est mis en évidence par les deux crues annuelles qui n'ont vraiment que peu de raisons d'être si l'on fait abstraction du régime bimodal du fleuve, dont l'effet est de ralentir et probablement d'arrêter l'écoulement du lac. En effet, à 60 km. plus au sud, dans la zone climatique à quatre saisons également, le lac Léopold II ne montre pas ces deux crues annuelles.

Chimiquement, l'eau du lac Tumba a également les caractères d'une eau très jeune dont la composition est voisine de celle des marais qui lui ont donné naissance et tous ses caractères chimiques peuvent être expliqués par les phénomènes se déroulant encore dans l'humus de la forêt qui l'entoure et dans la nappe phréatique qui percole à travers la dalle pseudolatéritique sous-jacente.

En fait la faune et la flore proprement lacustres (non littorales) n'ont pris qu'une part infime aux caractéristiques du milieu physique du lac. Sous cet aspect ce lac apparaît encore comme une large rivière en crue. Il n'en serait évidemment pas de même si le Tumba était le résidu d'un grand lac congolais central.

Enfin, les arguments biologiques ont un poids certainement encore plus grand. La faune du Tumba, sans endémisme marqué, semblable à celle des rivières environnantes et nettement plus pauvre que celle du fleuve Congo à son niveau, n'est pas une vraie faune lacustre. Des familles de poissons, riches ailleurs en endémismes, telles que les Cichlides, sont pauvrement représentées alors que dans un lac bien plus petit, le *lac Fwa* sur la rivière Lubi dans le Kasai, cette famille a donné naissance à des endémismes étonnants.

La même observation est valable pour la classe des Crustacés ou ni les Entomostracés ni les Malacostracés n'ont donné d'espèces spéciales. Enfin, autre argument non négligeable, si un tel grand lac avait existé durant une période très longue, une faune pélagique s'y fût développée (Copépodes Calanoïdes, etc.) et s'y fût maintenue au moins partiellement lors du retrait des eaux. L'absence d'une vie pélagique vraie est au contraire remarquable dans un lac d'une telle étendue et indique de façon nette une origine relativement récente.

## REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier ici les personnes qui nous ont facilité cette étude. M. M. P. BASILEWSKY, P. L. BENOIT, M. POLL du Musée Royal du Congo Belge à Tervuren qui nous ont autorisé à examiner les collections dont ils ont la garde et ont bien voulu identifier pour nous les groupes qui relèvent de leur spécialité et distribuer

les autres récoltes aux zoologistes compétents. Notre vive reconnaissance va aussi à Mr J. J. KIEFER, de Francfort, qui a bien voulu identifier les Entomostracés, Mr. C. BADER de Bâle qui s'est chargé des Hydracariens, Mme E. ROTH-WOLTERECK, des Atyides, Mr le Dr F. GUIGNOT, d'Avignon, des Hydrocanthares, Mr. G. DEMOULIN, de Bruxelles, des Ephémères et le Colonel F. C. FRASER, des Odonates.

Enfin nous remercions aussi M. P. MERTENS qui a exécuté les dessins qui accompagnent ce travail.

## SUMMARY

Lake Tumba is a shallow lake situated in the Congo basin near the Equator. Its area is about 191.250 acres. It gets its waters from different rivers and the surplus is shed into the Congo River, through the Irebu Channel, a little south-west from Coquilhatville. The maximum depth is about 8 meters and the mean depth is 3 to 5 meters (see bathymetric map).

The waters are very rich in humic substances, owing to their origin in the forest soils around the lake. Its acid and brown waters are poor in true phyto-and zooplankton. The bottom is hard, made of kaolin and sand, without mud and as a matter of consequence, the bottom fauna is very poor. There is oxygen in the water down to the bottom at any time.

The coasts are covered with a thick forest and dead leaves, branches and tree trunks contribute much foodstuff to the waters. This makes it possible for this lake to be rather rich in fish. Sixty six species of fishes are listed for the lake itself and ten species for the swamps or the flooded forest which, at high waters, communicate with the lake. Their food relations are described.

As mature fish is very rare in the lake, the hypothesis has been made that, at high waters, the fishes migrate into the flooded forests and swamps around the lake when maturity comes. Breeding would happen in the inundated areas and the fish would return afterwards to the lake.

A discussion is given about the origin of lake Tumba. Morphology of the lake, Chemistry of the waters and nearly complete lack of endemic species and of pelagic life point to a recent origin.

The hypothesis is advanced that lake Tumba would be the result of the damming of an affluent of the Congo River and not the residue of the slow evaporation of an ancient central african lake.



## BIBLIOGRAPHIE

- BERG, K. & PETERSEN, I. C. - 1956 - Studies on the humic acid Lake Gribso  
*Folia limn. scand.* n° 8.
- BOUILLENNE, R., MOUREAU, J. & DEUSE, P. - 1955 - Esquisse écologique des  
faciès forestiers et marecageux des bords du lac Tumba. *Mém. Inst. R.  
Col. Belge*, 8°, N.S., Classe Sc. nat. et médicales. 111, 1.
- BRUES, MELANDER & CARPENTER. - 1952 - Keys to the recent and extinct  
families of Insects.  
*Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.* 108.
- DAMAS, H. - 1937 - Recherches hydrobiologiques dans les lacs Kivu, Edouard  
et Ndalaga. *Expl. Parc Nat. Albert, Mission Damas, fasc.* 1.
- DEUSE, P. - 1955 - Les esobe tourbeux du lac Tumba.  
*Folia Scient. Africae Centr.*, T. 1, 4.
- DEVROEY, E. J. - 1953 à 1955. Annuaire Hydrologique du Congo Belge et du  
Ruanda-Urundi.  
*Mem. Acad. R. Col. Belge*, 8°, Class Sc. techn.
- DUBOIS, J. TH. - 1955 - Note sur la chimie des eaux du lac Tumba.  
*Folia Scient. Africae Centr.* T. 1, 4.
- FIEVEZ, CAP. - 1896 - Du Lac Tumba au Lac Léopold II.  
*La Belgique Coloniale*, II, 4, 1, carte.
- GUIGNOT, F. - 1956 - Coléoptères recueillis par N. LELEUP au lac Tumba.  
1. Dytiscidae et Gyrinidae.  
*Rev. Zool. Bot. Afr.* 54, 1/2.
- HARTLAND-ROWE, R. - 1956 - Lunar Rhythm in the Emergence of an Ephemeropteran.  
*Nature*, 176, nr 4483.
- HEINZELIN DE, J. - 1952 - Sols, Paléosols et désertifications anciennes dans  
le secteur nord-oriental du bassin du Congo.  
*Publications de l'I.N.E.A.C. Bruxelles.*
- KUFFERATH, H. - 1953 - Gonzeella coloniaris n.g.n.sp. cilié coloniaire péritriche du Congo Belge.  
*Rev. Zool. Bot. afr.* 48, 1/2.
- LAURENT, R. - 1955 - A propos de l'origine des esobe de la forêt équatoriale.  
*Folia Scient. Africae Centr.*, T. 1, 4.
- LELEUP, N. - 1955 - Les esobes du lac Tumba, biotopes de refuge d'une vieille  
faune entomologique terricole de savane.  
*Folia Scient. Africae Centr.* T. 1, 4.
- MARLIER, G. - 1952 - Etudes hydrobiologiques dans les rivières du Congo  
oriental. III. Trichoptères Séricostomatidae et Dipseudopsinae.  
*Ann. Mus. R. Congo Belge*, 8°, Zool. 21.
- MARLIER, G. - 1955 - Premières études limnologiques au lac Tumba.  
*Folia Scient. Africae Centr.* T. 1, 4.
- MORTIMER, C. H. & MOORE, W. H. - 1953 - The use of Thermistors for the  
Measurement of Lake Temperature.  
*Mitt. Int. Ver. Limn.* 2.
- POLL, M. - 1942 - Les poissons du lac Tumba, Congo Belge.  
*Bull. Mus. R. Hist. Nat. Belgique*, 18, 36.
- X. - 1896 - La reconnaissance du lac Tumba.  
*La Belgique coloniale*, II, 52, 1 carte bathymétrique.

INSTITUT POUR LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE EN  
AFRIQUE CENTRALE  
Centre de Recherches du Tanganika.  
UVIRA



## Dr. G. E. Huber-Pestalozzi 80 Years

It is sorry one has to write on persons like THIENEMANN and HUBER-PESTALOZZI when one is confined to a very limited space. There is so much to say about GOTTFRIED HUBER-PESTALOZZI who celebrated his 80th birthday on the 31st of March 1957. Such a rich and beautiful life like he had and such a lively spirit are a great exception.



Born in 1877 as the son of a teacher in Ennenda, Kanton Glarus, Switzerland, he completed primary school in his birthplace and college in Glarus and Frauenfeld; he went to the University of Lausanne. From there he proceeded to Zürich to study natural history. After three years he got his M.A. degree of natural history, esp. zoology and comparative anatomy.

He made a dissertation on a limnological subject concerned with the Montiggler-lakes and took his doctor's degree at the University of Zürich in 1904.

Then he changed his mind and started medical studies at the same university, becoming a physician in 1909. After some years of assistantship he went to Paris, Berlin and Vienna and specialized urology.

In 1912 he took his doctor's degree of medical science at the University of Zürich with a thesis on „Symptomatologie und Serumtherapie des Wundstarrkrampfes (Tetanus traumaticus).”

He married Miss HELEN PESTALOZZI and set up as a practitioner in Zürich, where he became a reputed surgeon.

After forty years of practice, in the first place as a surgeon, he retired and devoted himself exclusively to limnological work.

He never had completely neglected this study and when he was tired of his medical duties, he had worked on hydrobiological subjects. During that period he published many original papers and always when going on a holiday, he collected material for examination on winter nights. From the beginning he was a member of the International Limnological Association (1922) and the delegate of Switzerland at the foundational congress in Kiel. In 1927 he was the Swiss delegate at the congress in Italy — where I met him first — then in 1930 in Hungary, in 1932 in Holland, in 1934 in Yugoslavia, in 1937 in France and in 1939 in Sweden.

After world war II he organized the first post-war congress in Switzerland. In 1950 he also attended the congress in Belgium but in 1953 and 1956 he could not travel to England and Finland.

He gave lectures in various of these congresses. Thus in Belgium on the geographical distribution of *Ceratium*. He traveled much: in Corsica, Greece, Lybia, Tunisia, Lapland and Africa.

For the moment being he devotes all his time to finishing his great work „Das Phytoplankton des Süßwassers” (of which the last volume is reviewed in „Hydrobiologia”).

He was awarded the Einar Naumann medal. He is a member of the Academy „der deutschen Naturforscher” in Halle, the so-called Leopoldina.

In 1947 he was conferred the title of doctor scientiae naturalis honoris causa of the „Technical University” of Zürich, and he is the senior of Swiss limnologists.

All his works are of great value to science for he worked with assiduity and accuracy. We hope that he will complete his standard work on freshwater phytoplankton.

P. VAN OYE.

# PUBLICATIONS OF DR. G. HUBER-PESTALOZZI

## A. NATURAL HISTORY

- 1900 Zur Morphologie und vergleichenden Anatomie des Fischgehirns, nebst einem Anhang über dessen mikroskopischen Organisation; mit 26 Tafeln. — Diplomarbeit aus der Technischen Hochschule in Zürich. Manuskript beim Verfasser.
- 1905 Monographische Studien im Gebiete der Montigglerseen (Südtirol) mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie. — Inauguraldissertation, Univers. Zürich. — Erschienen im „*Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde*“, Bd. 1. Stuttgart. S. I—VIII und 1—180.
- 1907 Der Kalterersee (Südtirol). — *Ibid.* Bd. 2. S. 448—464.
- 1908 Biologische Notiz über das Langmoos bei Montiggl (Südtirol). — *Ibid.* Bd. 3. S. 309—316.
- 1909 Biologische Mitteilungen über die Berninaseen (Schweiz). 1. Das Verhalten der Rotatorien des Lago della Crocetta im Jahreszyklus. — *Internat. Revue d. Ges. Hydrob. und Hydrographie.* Bd. 2. (Die Serie wurde nicht mehr fortgesetzt).
- 1912 Das Phytoplankton der Berninaseen. — XII. Kap. der Pflanzengeogr. Monographie des Berninagebietes von ED RÜBEL, in ENGLER'S *Bot. Jahrbüchern*, 47. Bd. 3—4. Heft; S. 521—545.
- 1914 Formanomalien bei *Ceratium hirundinella* O.F.M. — *Intern. Revue d. ges. Hydrob. und Hydrogr.*, Biol. Suppl. zu Bd. 6.
- 1919 Morphologie und Entwicklungsgeschichte von *Gloetiaenium Loitlesbergerianum* Hansgirg. — *Zschr. f. Botanik.* 11, S. 401—473; 9 Tafeln. Beobachtungen an *Gloetiaenium Loitlesbergerianum* HG. — S.A. aus Verhandlungen d. Schweiz. Naturf. Gesellschaft in Lugano 1919.
- 1922 (Zusammen mit FR. NIPKOW). Experimentelle Untersuchungen über die Entwicklung von *Ceratium hirundinella* O.F.M. — *Zschr. f. Botanik.* Bd. 14, Heft 5. S. 337—371.  
Ein speziesreines Desmidiaceenplankton in einem Hochgebirgssee. — *Arch. f. Hydrobiologie.* Bd. 23. S. 472—477.  
Über Bruchdreieckbildung bei einem einzelligen Organismus (*Ceratium hirundinella* O.F.M.). — *Arch. f. Entwicklungsmechanik der Organismen.* 52. Bd. S. 276—280.
- 1923 (Zusammen mit F. NIPKOW). Experimentelle Untersuchungen über Entwicklung und Formbildung von *Ceratium hirundinella* O.F.M. — *Flora, Neue Folge.* Bd. 116. H. 1/2. S. 114—215.  
Experimentelle Studien über Entwicklung und Formbildung bei *Ceratium hirundinella*. — *Verhandlungen der Internat. Vereinigung für Limnologie.* — Kiel 1922. Bd 1, 1923. S. 15—19.
- 1924 Notiz über *Gloetiaenium Loitlesbergerianum* HG. — *Zschr. f. Botanik.* 16. Bd. S. 624—626.
- 1925 Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte von *Asterothrix (Cerastrias) rapliidioides* (REINSCH) PRINTZ. — *Hedwigia* Bd. 65. S. 169—178.  
Algologische Mitteilungen I—III. — *Arch. f. Hydrobiol.* Bd. 16. S. 156—168.  
Das Phytoplankton einiger Hochseen Korsikas. — Veröffentlichungen des Geobotan. Instituts RÜBEL in Zürich. 3. Heft. Festschrift CARL SCHRÖTER. S. 477—493. Mit 3 Tafeln. Verlag Rascher und Co. Zürich.
- 1926 Die Schwebeflora (das Phytoplankton) von Seen und Kleingewässern der alpinen und nivalen Stufe. In: „Pflanzenleben der Alpen“ von C.

- SCHRÖTER, II. Aufl., S. 845—942. — Auch als separater Band erschienen: Verlag Alb Raustein, Zürich; 104 Seiten, 1 Taf. und 1 Texteg.
- Die Flora von Schnee und Eis. — Ebenfalls als spezielles Kapitel im „Pflanzenleben der Alpen“ von C. SCHRÖTER, II. Aufl. S. 942—949.
- 1927 Morphologische Beobachtungen an *Ceratium hirundinella* O.F.M. in einigen Alpenseen. — *Arch. f. Hydrob.* Bd. 18. S. 100—116.
- Gedanken über *Ceratium hirundinella*. — *Ibid.* Bd. 18. S. 117—128.
- Seenforschung. Feuilleton in der Neuen Zürcher Zeitung. 18. Okt. 1927, No 1753 (Bericht über den IV. Kongress der IVL in Italien).
- (Zusammen mit F. NIPKOW). Beobachtungen am Plankton des Zürichsees I. *Dileptus trachelioides* ZACHARIAS, ein für den Zürichsee neues Planktoninfusorium. — *Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellschaft in Zürich.* Bd. 72. S. 312—325.
- 1928 Algologische Mitteilungen IV und V. (über Aplanosporenbildung bei hochalpines einigen Desmidiaceen. — Über ein hochalpines Vorkommen der Blaualge *Eucapsis alpina* CLEM. et STANTZ in der Schweiz). — *Arch. f. Hydrob.* Bd. 18. S. 651—660.
- Beiträge zur Kenntnis der Süßwasseralgen von Korsika. — *Ibid.* Bd. 19. S. 669—718.
- 1929 Zusammen mit E. NAUMANN). *Phormidium musicola* NAUM. et HUBER, ein Epibiont in der Gallertepflanzlicher und tierischer Planktonorganismen — *Berichte der Deutschen Bot. Ges.* 47, H. 1.
- Algolog. Mitteilungen VI. Algen aus dem Lago di Muzzano. — *Arch. f. Hydrob.* Bd. 20. S. 413—426; 1 Taf.
- 1930 Das Plankton natürlicher und Künstlicher Seebecken Südafrikas. — *Verhandlungen d. Internat. Vereinigung f. theor. u. angewandte Limnologie.* Bd. 4 (Kongress in Italien 1927). 1929/30.
- Algen aus dem Knysnawalde in Südafrika. — *Zschr. f. Botanik* (Festschr. für Prof. OLTMANNs). Bd. 23.
- Seenforschung. Bericht über den V. Kongress der IVL in Ungarn. — Feuilleton in der „Neuen Zürcher Zeitung“, 19. Sept. 1930, No 1809.
- 1931 Der Formenkreis von *Euastrum verrucosum* EHRB. — *Arch. f. Hydrobiol.* Bd. 22. S. 415—459.
- Infektion einer *Mougeotia* — Population durch *Micromyces Zygononii* DANG. an einem alpinen Standort. — *Hedwigia* Bd. 71. S. 88—93. mit 1 Taf.
- 1932 Das Akineton, ein neuer limnologischer Begriff. — *Verhandlungen der Internat. Vereinigung f. Limnologie.* Bd. 5. S. 508—516. (Kongress in Ungarn).
- Seenforschung. Bericht über den VI. Kongress der IVL in Holland. Feuilleton in der Neuen Zürcher Zeitung“, 25. Sept 1932.
- 1934 Seenforschung. Bericht über den VIII. Internat. Kongress für Seenforschung in Jugoslawien. Feuilleton in der Neuen Zürcher Zeitung vom 12 Okt. 1934.
- 1935 Beobachtungen an einem „Blutsee“ im Samnaun (Kt. Graubünden, Schweiz). — *Arch. f. Hydrobiol.* Bd. 29. S. 265—273.
- 1936 Phytoplankton aus Seen und Sümpfen Javas, gesammelt von Prof. C. SCHRÖTER. — *Berichte d. Schweizerischen Bot. Gesellschaft*, Festband RÜBEL. Bd. 46, S. 131—168.
- 1938 Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Bd. 16 der „Binnengewässer“, 1. Teil (Allg. Teil, Blaualgen, Bakterien, Pilze. Stuttgart, E. Schweizerbart (E. Naegle). *Anabaena Minderi*, eine neue *Anabaena*-Art. — *Arch. f. Hydrobiol.* Bd. 34. S. 140—142.



- 1939 Prof CARL SCHRÖTER † und seine Beziehungen zur Seenkunde. (Nekrolog). — *Arch. f. Hydrobiol.* Bd. 35. S. 655—694.
- 1940 Prof. Dr. H. BACHMANN † (Nekrolog). — *Arch. f. Hydrobiol.* Bd 37. S. 477—491.
- 1941 Das Phytoplankton des Süßwassers. Bd. 16. Teil 2, 1. Hälfte (Chryso-phyceen, farblose Flagellaten, Heterokonten). 361. Seiten + 107 Tafeln. Neue Planktonorganismen im Zürichsee. 2. *Dinobryon bavaricum* IMH. fa. *laeve* HUBER-PESTALOZZI. — *Vierteljahrschr. der Naturforsch. Gesellsch. in Zürich.* Bd. 86.
- 1942 Das Phytoplankton des Süßwassers. Bd 16. Teil 2, 2 Hälfte (Diatomeen), S. 367—549: 72 Taf.  
Wasserblüte. Feuilleton „Neue Zürcher Zeitung“ (I u II) vom 8. Okt. 1942, No. 1598 und 1601.
- 1943 Über die Spiraldrehung der Bänder von *Fragilaria crotonensis* (EDW.) KITTON. — *Arch. f. Hydrobiol.* Festschrift für Prof. THIENEMANN Bd. 40, S. 525—537.  
„Der Zürichsee im Lichte der Seetypenlehre“, Referat über die gleichnamige Arbeit von L. MINDER. Feuilleton in der „Neuen Zürcher Zeitung“ vom 19. und 20. Mai 1943 (No 455, 459 und 461).
- 1944 Heli. Ihr Leben und Wirken, Wandern und Reisen. — Nicht im Buchhandel; im Selbstverlag des Verfassers. Als Manuskript gedruckt. 334 Seiten 23 Textillustrationen und 9 Tafeln.  
Das Altern der Seen. Feuilleton in der „Neuen Zürcher Zeitung“. 19. Okt. 1944. No. 1778 u. 1780.
- 1944 *Chytridium Oocystidis* spec. nova (?), ein Parasit auf *Oocystis lacustris* CHODAT. — *Zschr. f. Hydrologie*, Bd. 10, H 1.
- 1945 Besitzt *Ceratium hirundinella* einen Augenfleck? — *Arch. der JULIUS KLAUS Stiftung für Vererbungsforschung, Sozialanthropologie und Rassenhygiene.* Ergänzungsband zu Bd. 20. S. 470—482 (Festband für Prof Dr. A. ERNST). Druck und Verlag Orell Füssli: AG. Zürich.  
Neue Planktonorganismen im Zürichsee. 3. *Paradiopsus conicus* WEN-  
VICH und *P. ovalis* spec. nova. — *Vierteljahrschr. der Naturforsch. Gesellsch. in Zürich.* Bd. 90. S. 120—126.  
Meteorpapier. Feuilleton der „Neuen Zürcher Zeitung“ vom 16. Okt. 1945, No 1555.
- 1946 Das Altern der Seen. — 13. *Biologisch Jaarboek, Dodonaea* Festschrift für Prof. VAN OYE, Gent; S. 189—197.  
Der Walensee und sein Plankton. Vorarbeiten zu einer Monographie. — *Zschr. f. Hydrologie*, Bd. 10, H. 2 und 3; 123 Seiten und 7 Textfig.
- 1947 Das Plankton. — Ciba Zeitschrift, Basel.  
LEO MINDER. Zum 60. Geburtstag. — Feuilleton d. Neuen Zürcher Zeitung“ 26. April 1947. No 201.
- 1948 Limnologie und Medizin. — *Schweiz. Zschr. f. Hydrologie*, Bd. 11.  
Schlussbericht für den X Limnologenkongress in der Schweiz. (In Maschinenschrift versandt). Beim Verfasser.  
DR. FRIEDRICH WEBER. Feuilleton d. Neuen Zürcher Zeitung“ vom 16. Juni 1948. No 1280.
- 1950 Das Phytoplankton des Süßwassers, Bd. 16, Teil 3 (I—IX und 310 S. mit 69 Taf., 350 Abb.)
- 1951 Die Verbreitung der Süßwassercerarien auf der Erde. — *Verhandlungen der IVL* (Kongress in Belgien), Bd. 11. S. 152—188, mit 1 Karte.  
Über Gallersbildung bei *Cyclotella quadripuncta* (SCHRÖTER) HUST. — *Schweiz. Zschr. f. Hydrologie*, Bd. 13, S. 291—299.



- 1952 Eine neue Planktoninvasion im Zürichsee: *Anabaena planctonica* BRUNNTHALER. — *Vierteljahrschr. der Naturf. Ges. in Zürich*. Bd. 97, S. 126—130.  
 Prof. Dr. ANGUST THIENEMANN 70-jährig. — *Schweiz. Zschr. f. Hydrologie*, Bd. 14, S. 468—473.  
 Prof. Dr. EDGARDO BALDI †. Nekrolog. — *Schweiz. Zschr. f. Hydrologie*, Bd. 14, S. 474—478.  
 Prof. Dr. KAREL SCHÄFERNA †. Nekrolog. — *Ibid.* Bd. 14, S. 481—482.  
 1953 Dr. phil. GÜNTHER VON BÜREN †. Nekrolog. — *Ibid.* Bd. 15, S. 311—314.  
 1954 Prof. ROBERT LAUTERBORN †. Nekrolog. — *Ibid.* Bd. 16, S. 151—160.  
 Über die Organisationsstufen bei den Eugleninen. — *Ibid.* Bd. 16, S. 22—26.  
 1955 Das Phytoplankton des Süßwassers, Bd. 16, Teil 4. (Euglenophyta). 606 Seiten und 114 Taf., mit insgesamt 1265 Abb.  
 Dr. EUGENE PENARD †. Nekrolog. — *Schweiz. Zschr. f. Hydrologie*, Bd. 17, S. 160—169.  
 1956 *Crucigenia irregularis* WILLE var. *pyrenogera* CHODAT. — *Ibid.* Bd. 17, S. 259—264.  
 Der Neusiedlersee im österreichischen Burgenland und die Erforschung seines Phytoplanktons. — *Ibid.* Bd. 18, S. 239—244.  
 Prof. RICHARD KOLKWITZ †. Nekrolog. — *Ibid.* Bd. 18, S. 245—253.

## B. MEDICAL PUBLICATIONS

- 1912 Zur Symptomatologie und Serumtherapie des Tetanus traumaticus. Inauguraldissertation zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde. Univers. Zürich. — Die Diss. ist gleichzeitig erschienen in den „Beiträgen zur klinischen Chirurgie“. Bd. 77, S. 139—236.  
 1915 Pruritus cutaneus universalis mit urticariellem und scharlachähnlichem Exanthem nach Atophangebrauch. — Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte, 1915, 20.  
 Dr. med. RICHARD WEBER von Zürich †. Nekrolog. — *Ibid.* 1915, 32.  
 1917 Über die Gonorrhoe-Behandlung in der Etappensanitätsanstalt Solsthum. — *Ibid.* 1917, No. 19.  
 1920 Hämoglobininurie nach Grippe. — *Schweiz. Medizin. Wochenschrift*. 1920 No. 28.  
 1924 Über Vitalfärbung der Blasenschleimhaut der Menschen mit Methyl- enblau. — *Ibid.* 54 Jahrgang. No. 38.  
 1948 Limnologie und Medizin. — Siehe unter A.)

## Bibliography

„There is no time to be lost” by FREDA WUESTHOFF

Otto Maier Verlag

Ravensburg.

132 pp. DM. 1.—

A publication that can at least be called original, for it contains in eight languages (consecutively: German, French, English, Russian, Swedish, Dutch, Spanish and Italian) the text of a lecture that was to be delivered by the author in November 1956 at Bonn-Godesberg on the occasion of an information meeting of the central women's organizations. The author, Dr. FREDA WUESTHOFF, a physicist and German patent lawyer, met with an accident on the very day of the meeting and died on November 5, 1956.

In her lecture she calls upon all international women's organizations to approach the governments of the U.S. and of the Soviet Union in order to obtain the discontinuation of thermo-nuclear tests until science has developed harmless antidotes against radio-active damage or until those scientists who maintain that the present radio-active phenomena do no serious harm—even so far as impairment of the genes is concerned—have proved their assertions to be true.

Among other things Dr. WUESTHOFF points out that the radio-active contaminations will concentrate to a very substantial extent in the biological cycles, i.e. in the plankton, the algae and the fish.

Dr. FREDA WUESTHOFF was a pupil of Professor WILLI WIEN, the radiation scientist, and of Professor ARNOLD SOMMERFELD, the theoretical physicist who specialized in the atomic field. After World War II she devoted a major part of her time and energy to the cause of peace and to the information of the public about atomic energy. In numerous lectures and conferences she warned against the use of atomic power for purposes of destruction and against the danger of radio-active contamination.

She summoned women's leaders to unite in the „Friedenskreis” (peace circle) and she called into existence the „Deutsche Frauenring” (German women's circle).

It was due to her initiative that German women's organizations approved the Mainau Declaration of Nobel prize winners by which all nations had been called upon to desist from using force as the ultimate means in politics. The volume is remarkable well printed on glossy paper and nicely bound.



**IX INTERNATIONAL  
BOTANICAL CONGRESS  
MONTREAL, CANADA, 1959**

The Ninth International Botanical Congress will be held in Montreal, Canada, from August 19 to 29, 1959, at McGill University and the University of Montreal. The program will include papers and symposia related to all branches of pure and applied botany. A first circular giving information on program, accommodation, excursions, and other detail will be available early in 1958. This circular and subsequent circulars including application forms will be sent only to those who write to the Secretary-General asking to be placed on the Congress mailing list:

Dr. C. Frankton  
Secretary-General  
IX International Botanical Congress  
Science Service Building  
Ottawa, Ontario  
Canada

**IX CONGRÈS INTERNATIONAL  
DE BOTANIQUE  
MONTREAL, CANADA, 1959**

Le Neuvième Congrès International de Botanique sera tenu à Montréal, Canada, du 19 au 29 Août 1959, à l'Université McGill et à l'Université de Montréal. Le programme comprendra des communications et des symposiums dans toutes les branches de la botanique pure et appliquée. La première circulaire contenant les renseignements sur le programme, le logement, les excursions, et autres détails, paraîtra au début de 1958. Cette circulaire, ainsi que celles qui suivront, renfermant des formules de demande, ne seront envoyées qu'aux personnes qui en feront la demande au Secrétaire-Général:

Dr. C. Frankton  
Secretary-General  
IX International Botanical Congress  
Science Service Building  
Ottawa, Ontario  
Canada



Mar 1960

## Volume X

# CONTENTS

EDITORIAL by P. VAN OYE .....	1
G. DEFLANDRE: Eugène Penard (1855-1954). Correspondance et souvenirs. Bibliographie et bilan systématique de son oeuvre .....	2
E. FAURÉ-FREMIET: Le Cilié hétérotriche <i>Condyllostoma tardum</i> Penard .....	38
E. FAURÉ-FREMIET: Le Cilié <i>Condyllostoma tenuis</i> n. sp. et son algue symbiote.....	43
M. LEFÈVRE & GISÈLE FARRUGIA: De l'influence, sur les algues d'eau douce, des produits de la décomposition spontanée des substances organiques d'origine animale et végétale .....	49
H. R. CHRISTEN: Neue und wenig bekannte Flagellaten aus dem Hausersee (Schweiz).....	66
P. VAN OYE: Etude sur les Rhizopodes des marais du Sud-ouest d'Uvira(Congo Belge) .....	85
M. ŠTĚPÁNEK & J. JIŘÍ: <i>Diffugia gramen</i> Penard, <i>Diffugia gramen</i> var. <i>achlora</i> Penard and <i>Diffugia gramen</i> f. <i>globulosa</i> f.n. (Morphometrical and Statistical Study) .....	138
SOPHIE C. DUCKER: A New Species of Basycladia on Australian Freshwater Turtles .....	157
H. JÄRNEFELT: Über die vertikale Tag- und Nachtverteilung des Planktons im Lohjanjärvi.....	175
R. THOMAS: Le genre <i>Plagiopyxis</i> .....	198
J. TH. DUBOIS: Evolution de la température de l'oxygène dissous et de la transparence dans la baie nord du Lac Tanganika ...	215
P. BOURELLY: Une nouvelle espèce d'Euglène, <i>Euglena Penardii</i> .....	241
J. LUMBYE: The Oxygen Consumption of <i>Theodoxus fluviatilis</i> (L.) and <i>Potamopyrgus jenkinsi</i> (Smith) in Brackish and Fresh Water .....	245
B. DUSSART: Remarques sur le genre <i>Cyclops</i> s. str. (Crust. Cop.) .....	263
D. CHARDEZ: Etude sur les Thecamoebiens d'une petite piece d'eau .....	293
TH. GROSPIETSCH: Beitrag zur Rhizopodenfauna Deutschlands I. Die Thekamöben der Rhön .....	305
F. GESSNER & F. PANNIER: Der Sauerstoffverbrauch der Wasserpflanzen bei verschiedenen Sauerstoffspannungen .....	323
G. MARLIER: Recherches hydrobiologiques au lac Tumba (Congo Belge, Province de l'Equateur).....	352
DR. G. E. HUBER-PESTALOZZI 80 years. by P. VAN OYE .....	386
Bibliography .....	392

Prix d'abonnement du volume X

fl. holl. 45.—

Subscribers price for volume X

Dutch fl. 45.—

Abonnementspreis für Band X

Holl. fl. 45.—